Revista

Espaço Transdisciplinar

ISSN: 2526-6470

Volume 02 Número 01 Ano 2018

Faculdade Novo Milênio
periodicosnovomilenio.com.br

FACULDADE NOVO MILÊNIO

DIRETOR

SEBASTIÃO ESTEVAM RECEPUTI

DIRETORA ACADÊMICA

MARISA GONÇALVES ASSIS

SECRETÁRIO ACADÊMICO

RENAN WILDE GONÇALVES MIRANDA

COORD. NÚCLEO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA-PESQUISA E EXTENSÃO

NELMA GOMES MONTEIRO

EQUIPE EDITORIAL

NELMA GOMES MONTEIRO

ALOISIO KROHLING

WANIZE ROCHA

TAMARA LOPES

EQUIPE DE AVALIADORES

TAMARA LOPES

JADSONRAFALSKI

RAFAELA LAGO

JANAÍNA VAZZOLER

NELMA GOMES MONTEIRO

ALOISIO KROLING

WANIZE ROCHA

CAROLINA NUNES FREITAS

SUPORTE: REVISTA DIGITAL

FLORÊNCIO AUGUSTO FILHO

SUMÁRIO

1 Formiga ou cigarra? Uma análise do comportamento financeiro das famílias capixabas 03

2 Mapeamento dos processos de negócio em uma instituição de ensino superior – IES 08

3 Energia elétrica renovável obtida através da pressão e vazão da água em tubulações de abastecimento 14

4 Utilização de visão computacional para detecção de posicionamento e desvios de veículos autônomos em faixas de rolagem 23

5 Construções ecológicas: uso do bambu na construção civil 34

6 Projeto de software para controle de saudabilidade em habitações 43

7 Estimativa de recalque em estaca hélice contínua 51

8 Análise comparativa entre métodos semiempíricos e resultado de ensaio de carregamento dinâmico para estimativa de capacidade de carga em estaca raiz 60

9 Análise jurídica da contratação temporária de professores no município de Vitória-ES 69

10 Entre espaços e histórias: a construção de memórias locais e sua importância na valorização da cultura capixaba 79

11 O brincar e a criança com autismo: mediação pedagógica pertinente a uma educação para todos 83

12 A ação negatória de paternidade e a desconstituição do registro de nascimento nos casos de reconhecimento espontâneo de vínculo de paternidade 91

13 A vida está para a morte: a constitucionalidade da morte digna à luz da filosofia de Lucio Anneo Sêneca 98

Formiga ou cigarra? Uma análise do comportamento financeiro das famílias capixabas

VIGHINI, Gabi T.[1]; ALMEIDA, Rubens O., [2]; LUIZ, Ivone G.[3]

RESUMO

O orçamento pessoal e familiar é uma ferramenta de suma importância para o planejamento da vida financeira das famílias. A forma de estruturar as despesas, dia-a-dia, e a maneira de poupar é um exercício diário que os consumidores devem realizar de maneira consciente com o objetivo de realizar investimentos e controlar o endividamento. Por meio de um estudo de caso na Faculdade Novo Milênio, o presente estudo tem por objetivo identificar quais os fatores que determinam o nível de planejamento financeiro e endividamento nas famílias capixabas. Para tanto foram aplicados questionários para 230 pessoas, entre alunos, professores e funcionários, que objetivo um total de 80 respondentes. Os resultados indicam que uma análise entre o nível de renda, endividamento e poupança, a maioria dos respondentes encontram-se agrupados na faixa de renda da Classe C e B, concentrados no perfil de dívida com cartão de crédito e um comportamento de dificuldades em conseguir formar poupança.
Palavras-chave: orçamento pessoal, orçamento familiar, renda, endividamento, poupança.

ABSTRACT

The personal and family budget is a very important tool for planning the financial life of families. The way to structure expenses, day-to-day, and the way to save is a daily exercise that consumers must consciously perform in order to invest and control indebtedness. Through a case study at the Faculdade Novo Milênio, the present study aims to identify which factors determine the level of financial planning and indebtedness in the Capixabas families. For this purpose, questionnaires were applied to 230 people, among students, teachers and employees, which target 80 respondents. The results indicate that an analysis of the level of income, indebtedness and savings, most of the respondents are grouped in the income range of Class C and B, concentrated in the profile of credit card debt and a behavior of difficulties in achieving savings.
Key words: personal budget, family budget, income, indebtedness, savings.

INTRODUÇÃO

Nesta última década o consumidor brasileiro experimentou as benesses da expansiva oferta de crédito à redução drástica do poder de compra, em especial a partir do ano de 2014. Isso decorre das oscilações na economia com aumento da inflação, perda do poder de compra e aumento do índice de desemprego.

Neste contexto, o estudo acerca do consumo das famílias torna-se relevante, uma vez que cresce uma onda de preocupação com a instabilidade no nível de empregos e salários, investimentos com maiores riscos e perdas financeiras para as empresas, devido ao aumento da taxa de juros e o constante aumento geral dos preços (de bens e serviços). De acordo com (VIEIRA, 2012), os estilos de vida estão associados ao endividamento e ao descontrole das finanças pessoais e seus possíveis impactos na qualidade de vida pessoal, familiar e no trabalho.

Neste contexto vê se a necessidade de toda pessoa interagir com conceitos acerca do tema "Finanças Pessoais" para manter sobre controle suas poses e planejar ganhos e investimentos futuros. As finanças pessoais quando bem organizadas através de um conhecimento relativamente adquirido de forma, empírico familiar, informações e relações interpessoais ou conhecimento acadêmico, pode possibilitar ao indivíduo ganhos financeiros que resultarão em um sucesso na vida financeira.

O presente artigo tem o intuito de pesquisar qual o comportamento financeiro das famílias capixabas. ***Quais os fatores que determinam o nível de planejamento financeiro e endividamento nas famílias capixabas?***

Segundo SANTOS (2014), o planejamento financeiro pessoal e familiar vem auxiliando as pessoas para que as mesmas tenham estratégias, nas quais o dinheiro será um meio para obtenção do patamar de qualidade de vida almejado. Todavia, numa época de inflação, o consumidor se vê a cada dia com menor poder de compra, pelo constante aumento de preços. Assim, muitas famílias mudam seu estilo de consumo, optam pelos bens e serviços mais baratos ou reduzem a quantidade consumida na tentativa de manter o padrão anterior.

A pesquisa tem como objetivo geral analisar de que forma as famílias capixabas comportam-se financeiramente (consumo, dívida e poupança) e como utilizam o orçamento familiar. Os objetivos específicos são analisar a capacidade de planejamento financeiro e, posteriormente, verificar os fatores que influenciam a capacidade de poupança e endividamento das famílias.

REFERENCIAL TEÓRICO

- *Orçamento pessoal e familiar*

De acordo com dos Santos (2014) para o sucesso do indivíduo, este deve ser iniciado no conhecimento financeiro desde todas as etapas do seu desenvolvimento humano, infância, adolescência, fase adulta e velhice, tão quanto seu desenvolvimento adquirido pelo ambiente familiar, escolar, acadêmico, trabalho e ciclo de amizades.

Ainda, de acordo com dos Santos (2014), as crianças têm desde cedo o contato com o dinheiro através de brincadeiras onde os pais criam jogos ou cofrinhos como o do porquinho, e recompensas por atividades que elas realizam, além de uma boa educação contendo limites como não dar tudo que a criança pede, pois assim ela aprenderá dar mais valor as coisas, e sem dúvida o contato com os números incentivando a criança a escrevê-los e se familiarizar com eles.

Na fase da adolescência, é necessária a inclusão do adolescente na vida financeira da casa através de reuniões, pois nesta fase aumentam ainda mais, os gastos devido a influencias externas na vida do adolescente, além de incentivos a iniciar planejamentos de carreira, cursos e cuidados com a saúde (DOS SANTOS 2014).

[1] Acadêmica do Curso de Graduação em Administração da Faculdade Novo Milênio, Vila Velha, ES.
[2] Acadêmico do Curso de Graduação em Administração da Faculdade Novo Milênio, Vila Velha, ES.
[3] Professora Doutora em Administração e Ciências Contábeis pela FUCAPE Business School; Mestre em Controladoria e Finanças pela FUCAPE Business School. Professora do Curso de Graduação em Administração da Faculdade Novo Milênio,
Trabalho desenvolvido no Núcleo de Pesquisa e Extensão (NUPEX) da Faculdade Novo Milênio
Data do aceite: 15/05/2017

Já na fase adulta, o jovem com uma boa formação sobre vida financeira deve ser orientado pela família, a buscar maiores conhecimentos na área de finanças pessoais, destinar parte de sua renda para aplicação no mercado financeiro e cuidados com a saúde (DOS SANTOS 2014).

Na velhice o idoso que ao longo de sua vida, construiu um patrimônio deve buscar aplicações de baixo risco visto que, geralmente depende das suas reservas para manter o básico e a demora na recuperação, caso aja perdas arriscando-se no mercado financeiro. O jovem até sua terceira idade, deve também investir em sua saúde para que possa desfrutar de sua aposentadoria com longanimidade (DOS SANTOS 2014).

De acordo com Barbedo (2008) o comportamento das pessoas em relação ao mercado financeiro, geralmente são moldados por problemas em se estimar probabilidades, atalhos mentais ou aproximações mentais como analise e tomada de decisão baseada em eventos passados com ou sem fundamentos, ambiguidade nas decisões, o desejo de certeza frente um mundo incerto, a relação entre utilidade e riqueza que demonstra a aversão ao risco e as preferências dos seres humanos estão sempre direcionadas pela razão.

Vieira (2012) afirma que independentemente do nível de renda mensal, a oferta de crédito existe no mercado possibilita a qualquer pessoa o endividamento e consequentemente a queda na qualidade de vida e que em nenhum dos casos, o endividamento foi causado por; doença, catástrofe, falência ou fatos graves, e que além dos fatores de educação financeira o descontrole pode tem uma razão psíquica.

De acordo com Souza (2011) o indivíduo no mundo das finanças toma suas decisões financeiras de acordo com retornos satisfatórios e não busca retornos ótimos.

Geralmente baseado não apenas na racionalidade, vieses cognitivos tendem a influenciar ou ilusionar as tomadas de decisões como: efeito certeza, efeito isolamento, padrões históricos, ilusão de controle ou conhecimento, perseverança, sobre reação às novidades do mercado, aversão à perda, excesso de confiança e otimismo, representatividade, ancoragem e disponibilidade. (SOUZA 2011)

Souza (2011) identificou através de amostra com dois grupos distintos como sendo; estudantes do curso de Ciências Contábeis (que são pessoas com uma boa instrução financeira) e estudantes dos cursos de Letras e Ciências Sociais (indivíduos teoricamente com baixo nível de instrução financeira), que os estudantes com maior instrução financeira também cometem erros na hora da tomada de decisão ou optam por ganhos certos no lugar de maiores retornos, assim os dois grupos estão propensos aos vieses cognitivos independente da instrução financeira.

METODOLOGIA

O método utilizado neste estudo é empírico. Por meio de uma abordagem metodológica quali-quantitativa, o estudo realizou uma pesquisa descritiva das características de consumo das famílias, afim de identificar tanto a presença de realização de orçamento familiar quanto de fatores determinantes para o endividamento e poupança.

As fases do desenvolvimento da pesquisa para alcance dos objetivos foram definidas da seguinte forma:

a) Planejamento da pesquisa: foi desenvolvida uma estratégia para a construção das bases de dados siga um padrão de coleta;
b) Procedimentos de Coleta de Dados: a pesquisa foi estruturada por meio aplicação de questionário (survey), de acordo com o modelo de Guimarães (2015). A base de dados formada está à disposição da comunidade científica para outras pesquisas, para a geração de novas evidências empíricas e futuras publicações;
c) Tratamento e Análise dos Dados: após a construção da base de dados, ocorreu um processo de verificação e validação dos dados por meio de análise estatística discriminante.

- Apresentação e análise dos dados

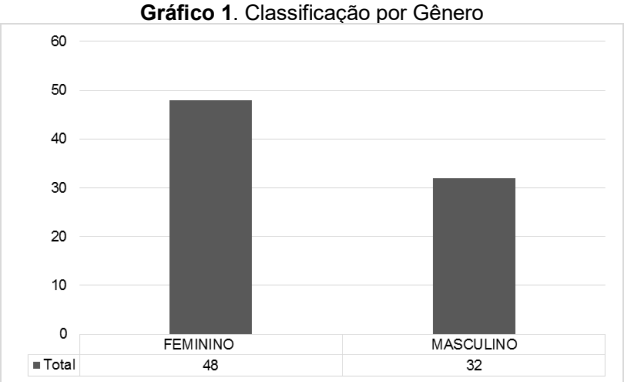
As análises a seguir têm como objetivo dissecar a base de dados com das famílias capixabas em seus diversos extratos sociais formada pelas respostas de 80 respondentes de um questionário, de acordo com Guimarães, formulado com intuito de relacionar a renda × planejamento financeiro familiar (**Anexo 1** - Questionário de Verificação de Perfil Financeiro), aplicado para uma amostra de 230 pessoas durante o mês de outubro de 2016, na Faculdade Novo Milênio, no município de Vila Velha, ES.

O questionário formulado teve como objetivo verificar o impacto da crise financeira na renda das famílias, nível de endividamento e construção de poupança. Para tanto segue os principais componentes analisados: Identificação dos respondentes; Classificação de Renda; Perfil de Dívida e Poupança.

- *Identificação dos respondentes*

Conforme gráfico 1, observou-se que participaram 48 mulheres (60%) e 32 homens (40%).

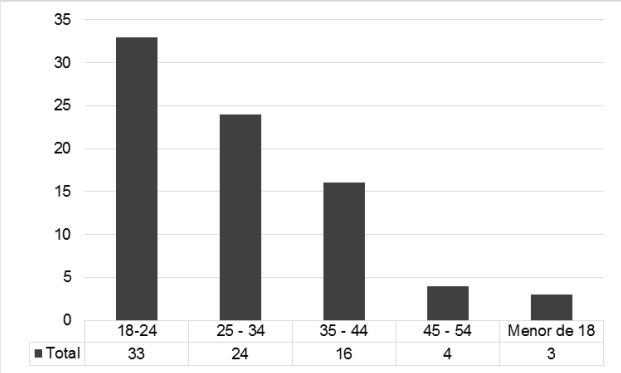
Gráfico 1. Classificação por Gênero



Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com a análise do gráfico 2, identificou-se uma população jovem onde 41% da amostra vai de 18 a 24 anos e cerca de 20% da amostra vai de 35 a 44 anos, além de 4% serem menores de 18 anos.

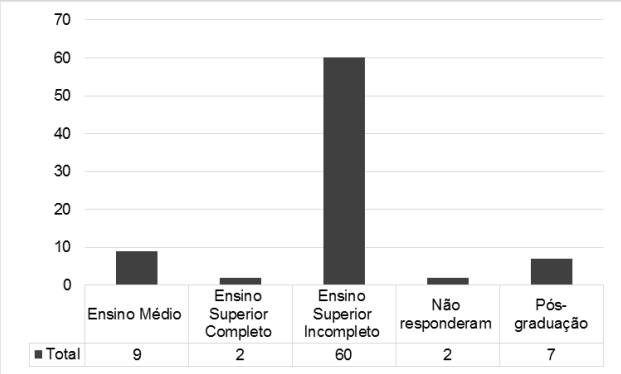
Gráfico 2. Faixa Etária



Fonte: Dados da pesquisa.

O grau de escolaridade predominante dos respondentes foi o ensino superior incompleto com índice de 75%, ou seja, 60 alunos, além disso 9% dos respondentes tem pós-graduação.

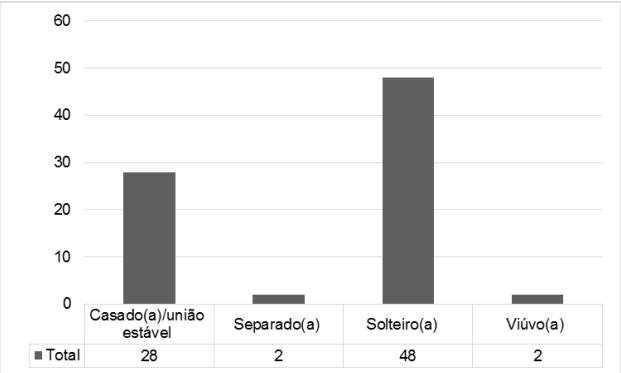
Gráfico 3. Nível Educacional



Fonte: Dados da pesquisa.

Conforme gráfico 4, 48 (60%) dos respondentes são solteiros e cerca de 28 (35%) são casados.

Gráfico 4. Estado Civil

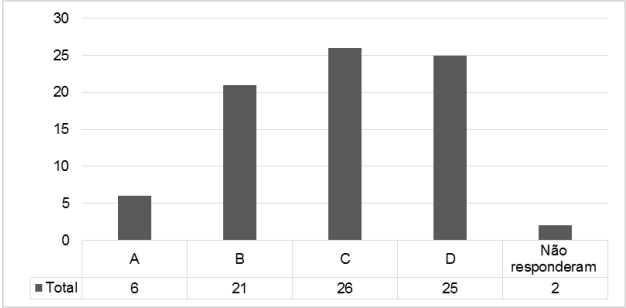


Fonte: Dados da pesquisa.

- Classificação de renda

Através da análise dos percentuais do gráfico 5, percebe-se que das famílias respondentes, cerca de 26 respondentes (33%) concentram-se na Classe C, ou seja, com renda familiar de R$ 1.770,00 a R$ 3.520,00, 31% estão na Classe D, com renda familiar de até R$ 1.770,00, 26% estão agrupados na faixa salarial B, ou seja, De R$ 3.520,00 a R$ 8.800,00. Verificou-se que 6 respondentes (8%) tem a renda familiar de R$ 8.800,00 a R$ 17.600,00, ou seja, pertencem a Classe A.

Gráfico 5. Renda Familiar

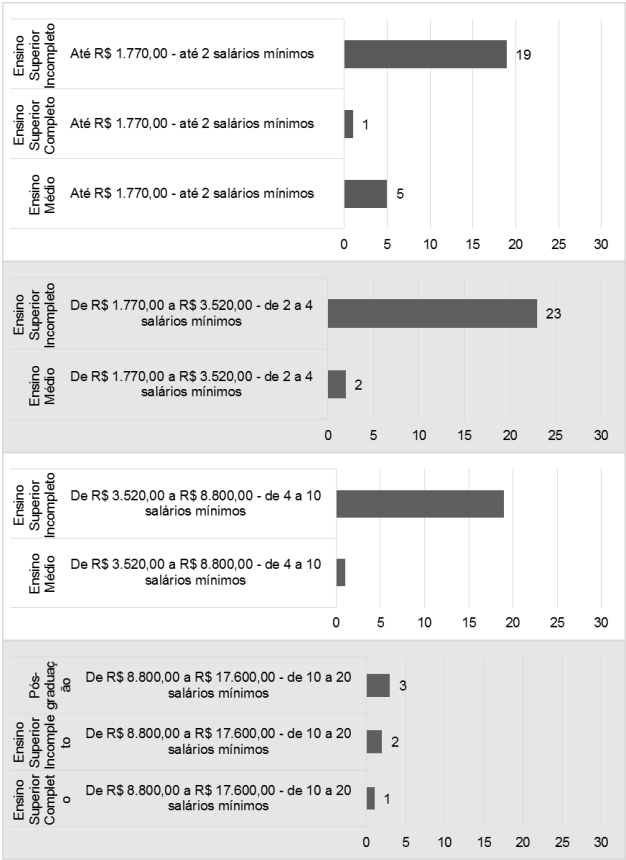


Legenda:
D - Até R$ 1.770,00 - até 2 salários mínimos
C - De R$ 1.770,00 a R$ 3.520,00 - de 2 a 4 salários mínimos
B - De R$ 3.520,00 a R$ 8.800,00 - de 4 a 10 salários mínimos
A - De R$ 8.800,00 a R$ 17.600,00 - de 10 a 20 salários mínimos

Fonte: Dados da Pesquisa

De acordo com o gráfico 6, que expõe a amostra de respondentes de 80 pessoas, onde 4 não informaram a faixa de renda, podemos analisar que dos 76 que identificaram a faixa salarial, 19 (25%) dos respondentes possuem em relação ao nível educacional o ensino superior incompleto e renda familiar de até R$ 1.770,00 correspondente a dois salários mínimos e apenas 1 (1%) possuem o ensino superior completo e 5 (7 %) o ensino médio.

Gráfico 6. Nível Educacional x Renda Familiar



Fonte: Dados da Pesquisa

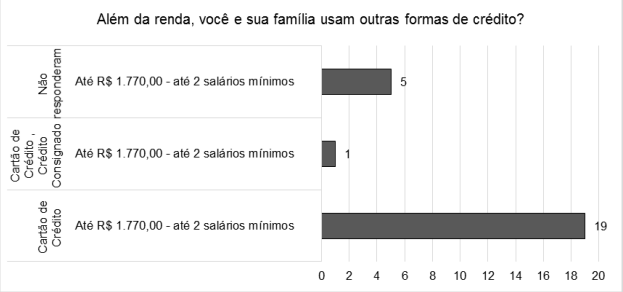
Cerca de 23 (30%) dos respondentes possuem em relação ao nível educacional o ensino superior incompleto e renda familiar de até R$ 1.770,00 a R$ 3.520,00 e apenas 2 (3%) possuem o ensino médio.

Com renda familiar de até R$ 3.520,00 a R$ 8.800,00, 19 (25%) dos respondentes possuem ensino superior incompleto e 1(1%) possuem o ensino médio.

Dos respondentes, 3(4%) possuem em relação ao nível educacional a pós-graduação e renda familiar de até R$ 8.800,00 a R$ 17.600,00 e apenas 1(1%) possuem o ensino superior completo, além de 2(3%) possuírem ensino superior incompleto.

De acordo com o gráfico 6.1, podemos analisar que dos 25 respondentes que identificaram, o nível de renda como sendo da classe D (Até R$ 1.770,00 – Até 2 Salários mínimos), 5 (20%) não responderam se, além da renda, utilizam outras formas de credito, 1 (4%) respondeu que utiliza Cartão de Credito e Credito Consignado, e 19 (76%) responderam que utilizam apenas Cartão de Credito.

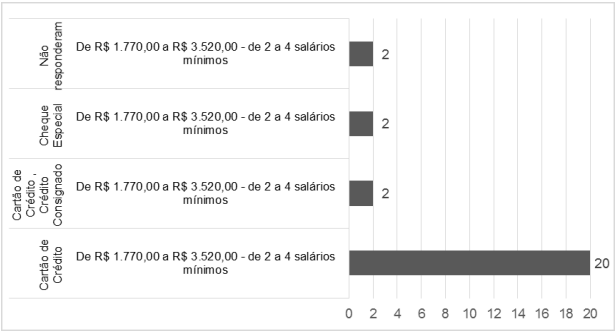
Gráfico 6.1. Perfil de Dívida das Famílias - Nível de Renda - Classe D



Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com o gráfico 6.2, podemos analisar que dos 26 respondentes que identificaram, o nível de renda como sendo da classe C (de R$ 1.770,00 a 3.520,00 – de 2 a 4 salários Mínimos), 2 (7,69%) não responderam se, além da renda, utilizam outras formas de crédito, 2 (7,69%) responderam que usam Cheque especial, 2 (7,69%) responderam que usam cartão de Credito e credito consignado e 20 (76,93%) responderam que usam apenas cartão de Crédito.

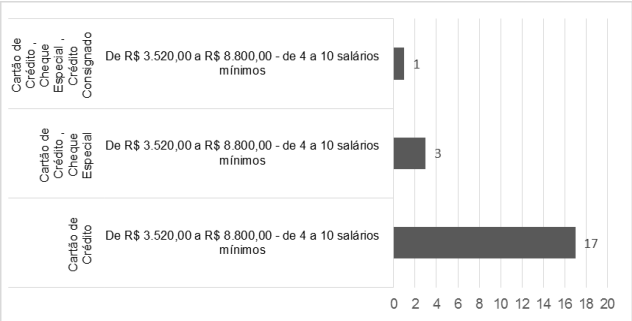
Gráfico 6.2. Perfil de Dívida das Famílias - Nível de Renda - Classe C



Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com o gráfico 6.3, podemos analisar que dos 21 respondentes que identificaram, o nível de renda como sendo da classe B (de R$ 3.520,00 a 8.800,00 – de 4 a 10 salários Mínimos), 1 (4,76%) respondeu que, além da renda, utiliza Cartão de Credito, Cheque Especial e Credito Consignado, 3 (14,29%) responderam que utilizam Cartão de Credito e Cheque Especial e 17 (80,95%) responderam que utilizam somente Cartão de Credito.

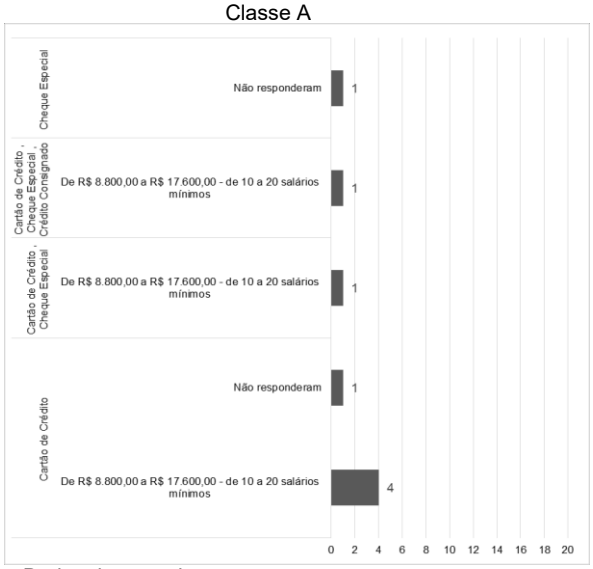
Gráfico 6.3. Perfil de Dívida das Famílias - Nível de Renda - Classe B



Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com o gráfico 6.4, podemos analisar que dos 6 respondentes que identificaram, o nível de renda como sendo da classe A (de R$ 8.800,00 a 17.600,00 – de 10 a 20 salários Mínimos), 1 (16,67%) respondeu que, além da renda, utiliza Cartão de Credito, Cheque Especial e Credito Consignado, 1 (16,67%) respondeu que utiliza Cartão de Credito e Cheque Especial e 4 (66,66%) responderam que utilizam somente Cartão de Credito.

Gráfico 6.4. Perfil de Dívida das Famílias - Nível de Renda - Classe A

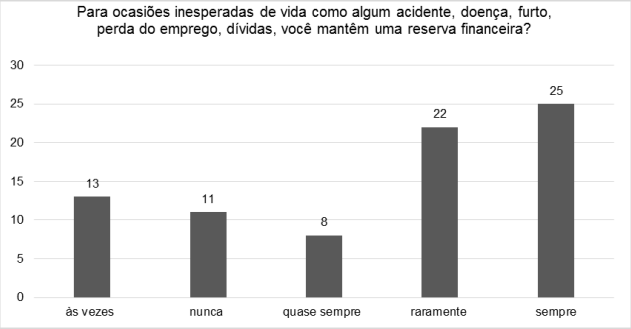


Fonte: Dados da pesquisa.

- **Perfil de Poupança**

O perfil de POUPANÇA foi identificado por meio da pergunta – *"Para ocasiões inesperadas de vida como algum acidente, doença, furto, perda do emprego, dívidas, você mantém uma reserva financeira? "* Por meio da análise da totalidade da amostra (80 respondentes) a maioria, em todas as classes, afirmou "SEMPRE" ao questionamento. Entretanto a resposta "RARAMENTE" foi a segunda no ranking, o que indica uma falta de planejamento financeiro, por parte das famílias, como pode ser observado no Gráfico 7.

Gráfico 7. Perfil de Poupança das Famílias – Amostra Total



Fonte: Dados da pesquisa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após as análises e contraposição dos resultados com a teoria de finanças, pode-se compreender o comportamento das famílias capixabas em relação ao consumo (de bens e serviços) em períodos de crise econômica.

Ainda, os resultados indicam que uma análise entre o nível de renda, endividamento e poupança, a maioria dos respondentes encontram-se agrupados na faixa de renda da Classe C e B, concentrados no perfil de dívida com cartão de crédito e um comportamento de dificuldades em conseguir formar poupança.

REFERÊNCIAS

1. BARBEDO, Claudio Henrique da Silveira. **Finanças comportamentais**: pessoas inteligentes também perdem dinheiro na bolsa de valores. São Paulo: Atlas, 2008.

2. DOS SANTOS, Jose Odálio**. Finanças pessoais pra todas as idades**: um guia prático. São Paulo: Atlas, 2014.

3. FOLLADOR, Renato . **Uma Receita de Previdência e Finanças para seu Projeto de Vida**. Atlas, 2013.

4. GUIMARÃES, Ricardo Lima. **Influência da estabilidade no emprego sobre o comportamento financeiro do consumidor**. 68 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa. Programa de Pós-Graduação em Economia Doméstica, Minas Gerais, 2015.

5. SOUZA, Fabia Jaiany Vianna de; FARIAS, Maria das Vitórias de Macedo; STEPPAN, Adriana Isabel Backes; SILVA, Mauricio Correa da. A Educação Financeira e a sua Influência na Tomada de Decisões. **Revista de Contabilidade da Universidade Federal da Bahia**, Bahia, V.5, n. 2, mai./ago. 2011. Disponível em <http://www.portalseer.ufba.br/index.php/rcontabilidade/article/view/5137/3970. Acesso em 25 de jun. 2016.

6. VIEIRA, Erasmo Geraldo Fonseca. **Qualidade de vida e endividamento: estilos de vida associados ao descontrole financeiro e consequências na vida pessoal e profissional**. 2. 123 f. Dissertação (mestrado) – Universidade FUMEC. Faculdade de Ciências Empresariais, Minas Gerais, 2012.

Mapeamento dos processos de negócio em uma instituição de ensino superior – IES

KLEIN Bruna L[1]; D'ANDRÉA Rafael [2]

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo realizar um estudo de caso da aplicação da metodologia de Gerenciamento por Processos do Negócio (BPM) em uma Instituição de Ensino Superior a fim de propor melhorias ao processo atual. Foi utilizada a metodologia BPM que pretende o levantamento de informações em todos os níveis hierárquicos da organização para mapear e padronizar fluxos dentro da empresa absorvendo toda a informação possível. Foi percebido um grande potencial de contribuição da metodologia para a instituição e uma possível aplicação deste processo em diversos setores da Instituição.
Palavras Chave. Mapeamento de Processos. Processos de negócio. Instituição de Ensino Superior

ABSTRACT

This paper aims to conduct a case study of the application of the Business Process Management (BPM) in a Institution of Higher Education in order to propose improvements to the current process. The BPM was used to collect information on all levels of the organization to map and standardize flow, absorbing all kind of information. A great contribution of the methodology was perceived for the institution and the possibility of application of this process in other sector of the institution.
***Key words**: Process Mapping. Business Process. Institution of Higher Education*

INTRODUÇÃO

Inúmeras organizações, em todo o mundo, têm sofrido pressão por resultados mais eficientes e eficazes. De acordo com Flores e Amaral[1] isso faz com que a adoção de técnicas de gestão de processos de negócio seja utilizada como a principal ferramenta para redução de custo e acréscimo da produtividade aumentando assim sua competitividade frente à concorrência. Diante deste contexto, as IES – Instituições de Ensino Superior, têm buscado cada vez mais seguir as boas práticas da gestão, e uma delas é o uso de metodologias específicas como a BPM - *Business Process Management*.

Flores e Amaral[1] relatam que este mapeamento de processos de negócio, auxilia o desenvolvimento do sistema, pois fica claro para o analista entender como funciona o andamento do processo do seu setor ou de toda a organização. Para a área administrativa, se torna extremamente eficiente pois com uma visão detalhada dos processos é possível analisar os impactos de possíveis mudanças e definir estratégias, afim de aprimorar os processos existentes e de desenvolver novos.

Baseando-se no fato de que toda organização é formada por um conjunto de processos distintos, com o mapeamento dos processos é possível obter informações, gerenciar e descrever de maneira simples quais os papéis de cada pessoa envolvida e também o comportamento de cada tarefa do processo.

Assim como outras organizações, as Instituições de Ensino Superior - IES buscam aperfeiçoar sua gestão e tem recebido maior atenção política e acadêmica em função da geração de valor para as comunidades. Neste cenário, o trabalho em questão tem o objetivo mapear o processo de matrícula de alunos de uma Instituição de Ensino Superior – IES, identificar oportunidades de melhorias e propor ações que incrementem sua eficiência e eficácia.

O estudo é relevante pois entende-se que é possível alcançar mudanças que agreguem um desenvolvimento mais eficiente no gerenciamento dos processos da instituição, bem como, na gestão de conhecimento retido pelos funcionários.

Na construção do trabalho foram mapeadas as atividades da secretaria acadêmica, observando se há alguns fatores fundamentais que não estavam sendo observados, podendo causar barreiras para seu funcionamento. A partir das informações, será realizado um mapeamento e, após análise detalhado e aperfeiçoado, será elaborada uma proposta de reestruturação através da modelagem do processo de matrícula da instituição.

A presente pesquisa está delimitada inicialmente, apresentando a gestão que abrange os processos de negócios. Na sequência são abordados assuntos que envolvem a metodologia utilizada (BPM); a identificação dos processos executados pela secretária acadêmica; o mapeamento do estado atual das atividades realizadas pelo setor; a identificação dos problemas e falhas, e propostas de mudanças.

REFERENCIAL TEÓRICO

O presente capítulo tem por objetivo fundamentar a pesquisa, dando sustentação teórica e definindo contornos mais precisos da problemática estudada. O referencial teórico será composto por três capítulos conforme diagrama apresentado a seguir:

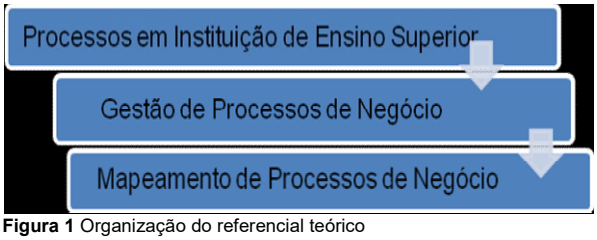


Figura 1 Organização do referencial teórico

Esta seção aborda assuntos relacionados ao objetivo do trabalho, onde inicialmente é apresentado assuntos direcionados a Instituição de Ensino Superior; o conceito de gestão de processos de negócios e na sequência, abordado a metodologia utilizada.

---

[1] Acadêmica do Curso de Graduação em Administração da Faculdade Novo Milênio, Vila Velha, ES.
[2]Engenheiro de Produção; Mestre em engenharia civil pela Universidade Federal do Espírito Santo- UFES; Especialista em Logística Empresarial pela FGV, Vitória, ES; Professor das faculdades de Tecnologia CET FAESA da Faculdade Novo Milênio.
Trabalho desenvolvido no Núcleo de Pesquisa e Extensão da Faculdade Novo Milênio
Data do aceite: 15/05/2017

- Processos em instituição de ensino superior

Em muitos setores de uma IES, ocorrem constantemente a perda do conhecimento e da informação, seja por falta de comunicação, falta de flexibilidade, afastamento de algum colaborador ou até mesmo demissão. Isto faz com que as Instituições voltem suas atenções para oportunidades de melhorias em sua gestão de conhecimento.

Segundo FACCHINI et al. [2] :

> *"A gestão e controle das informações inclui medidas que podem afetar inclusive o nível organizacional da empresa afetando indivíduos e grupos através de, por exemplo, intervenções na gestão de pessoal. Portanto, além de colaborar com a retenção de informações, a Gestão do Conhecimento 'realiza uma função de ponte entre indivíduos, grupos e estruturas organizacionais'"*

Gerir o conhecimento adquirido diariamente por um colaborador dentro da Instituição e assim armazená-lo, sem que ocorram perdas quando há desvinculação de algum outro profissional, é essencial e torna-se possível com gerenciamento de processos de negócios. Conforme Facchini et al[2], "muitas organizações tem adotado a gestão processos para obter melhores resultados em seus produtos ou serviços entregues aos clientes finais, bem como aos clientes internos da organização".

Processos bem documentados permite que seus conteúdos sejam facilmente comunicados a qualquer pessoa que precise entende-los. Documentados, os processos podem ser avaliados quanto a sua adequação para os propósitos da organização[3].

Nos variados processos das Instituições de Ensino Superior, procedimentos e métodos devem ser identificados, para a padronização na gestão das atividades realizadas. Onde o colaborador é capaz de executar qualquer tarefa de maneira rápida, eficaz e que além de auxiliar na Instituição, agrade a satisfação dos alunos.

Segundo Facchini et al[2], o BPM (*Business Process Management)* conhecido como um conceito de gerenciamento por processos de negócios, vem se tornando de vital importância para a competitividade das organizações. Mais de 80% das empresas líderes de mercado estão ativamente engajadas em algum tipo de programa de gestão por processos.

Gestão de processos de négocio

Indiscutivelmente, participa-se e executa-se variados processos de trabalho todos os dias. De acordo com Gonçalves[4], todo trabalho importante realizado nas empresas, faz parte de algum processo, estando assim, presente em todas as organizações. Não há produto ou serviço oferecido que não seja por meio de um processo.

Farias[3] corrobora a afirmação de Araújo e Drago[5], o qual relata que "os processos constituem o coração do funcionamento de uma empresa. Eles podem determinar a eficiência com a qual a empresa entrega seu produto ou serviço à clientela ou então a ineficiência".

Para um melhor entendimento sobre gestão de processos, é necessário compreender inicialmente qual o conceito de "processos de negócio". Sendo, de acordo com Davenport[6], uma ordenação especifica de uma atividade de trabalho que recebe uma determinada entrada (inputs), realiza uma transformação e gera uma saída (outputs), em torno de um tempo e espaço,claramente identificados para um cliente interno ou externo.

Araújo e Drago[6] explica que:

> *"a busca por soluções eficazes levou as empresas a reverem suas estruturas organizacionais, arquitetando-as não mais a partir de agrupamentos de atividades em torno de suas áreas funcionais, mas do ponto de vista do cliente. Com isso, houve a alteração do foco administrativo, que foi deslocado do fluxo de trabalho de suas áreas funcionais para processos de negócios da organização do ponto de vista do cliente".*

Barbara[7] complementa ainda relatando ser considerada uma metodologia de gerenciamento sistemático centrado no cliente, objetivando produzir bem e serviço com um valor para um grupo específico de clientes, capaz de propor melhoria em todos os processos da organização.

A gestão de processos de negócios na opinião de Laudon e Laudon[8], é uma abordagem de gestão constituída por etapas a serem executadas, cujo objetivo é uma melhoria contínua. Etapas estas, que envolvem identificar quais são os processos a serem modelados, analisá-los, planejar um novo processo, implantá-lo e posteriormente avaliar.

Compreender o funcionamento dos processos e quais são os seus tipos é fundamental, pois cada processo possui uma característica específica e deve ser gerenciado a fim de obter o resultado máximo. Cunha et al.[9], ainda complementam que através da gestão por processos, é possível que a organização tenha uma visão horizontal de como as decisões são tomadas, facilitando e propiciando um aperfeiçoamento.

Gonçalves[4] relata:

> *"Sendo assim, as organizações que adotam esse modelo de gestão, dentre inúmeros benefícios, passam a ter o controle de tudo o que acontece internamente, ou seja, passam a ter uma visão sistêmica da organização, auxiliando no planejamento, organização, liderança, além de facilitar o trabalho e a comunicação entre todos os setores."*
> *"Uma vez que tenha sido implementado a ferramenta, será necessário que as pessoas envolvidas nos processos, assumam mais responsabilidade, trabalhem em equipe e procurem entender melhor o negócio da organização onde trabalham."*

- Mapeamento de processos de negócio

Gerenciar os processos em uma organização, é mais difícil do que se imagina, sendo necessário conhecer com profundidade os detalhes individuais de cada tarefa. Para que esta gestão se torne possível, a metodologia BPM se encaixa adequadamente à estas necessidades, pois é capaz de promover uma integração dos processos e ainda uma visão estratégica que possibilita a otimização.

Business Process Management (BPM) é a tradução em português para Gerenciamento por Processos de Negócio, no qual Pavani e Scucuglia[10] descrevem este como uma representação gráfica do sequenciamento de atividades que representará de maneira clara e objetiva a estrutura e o funcionamento básico dos processos, sendo uma ferramenta primordial e básica para execução da gestão por processos.

O CBOK[11], o principal livro de referências sobre a metodologia BPM, o define como uma disciplina gerencial

e um conjunto de tecnologias que provê suporte ao gerenciamento por processos. Posteriormente complementa ainda que o trabalho que o profissional de processos de negócio realiza é fundamental para o futuro das organizações. Mesmo que não haja um modelo único ou claro que possa ser adotado, não se reduz a necessidade de pessoas mais qualificadas e motivadas para realizar esse trabalho.

Conforme Oliveira e Neto[12] e ainda Davenport [6], processo mapeado pelo BPM permite identificar e tratar de problemas como falta de estruturação e ambiguidade; melhorar os processos existentes ou implantar nova estrutura, além de atender as exigências e expectativas do cliente alvo, com uma melhoria contínua na qualidade de produção e serviços ofertados.

Mariano e Muller[13] relatam que o BPM permite "modelar o processo existente, testar inúmeras vezes, gerenciar melhorias e possíveis inovações que a organização pretenda seguir e entregar os resultados com rapidez".

Ainda para Mariano e Muller[13]:

> *O método BPM abrange não só a descoberta, desenho e implementação dos processos de negócios, mas também o controle executivo, administrativo e de supervisão sobre eles, garantindo que eles permaneçam em conformidade com os objetivos de negócios para assegurar a satisfação dos clientes.*

Na gestão de processos, realiza-se modelagens do estado atual do processo e do estado futuro desejado dos processos, para verificar como a empresa está operando em cada um e quais são os pontos suscetíveis a melhorias. Estas abordagens desenvolvem respectivamente a elaboração das versões AS-IS e TOBE de processos.

As versões AS-IS e TO-BE são abordadas respectivamente, com o propósito de analisar como um determinado processo se encontra, realizando a modelagem do seu estado atual e posterior análise, propor uma nova modelagem de processo, vista com melhorias.

Na modelagem do AS-IS, Baldam et al.[14] colocam que o mapeamento deve ser realizado buscando evitar rejeição imediata dos atuais processos, não cometendo os erros do passado, conhecer os pontos de melhoria e ter mãos métricas que permitam identificar, com clareza as melhorias para o estado futuro.

Já a modelagem do TO-BE é a representação a ser implementada, como melhoria em relação ao processo AS-IS. Este novo processo pode apresentar melhorias em tarefas consideradas desnecessárias ou com concepções de um novo processo, com foco na inovação.

CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

De acordo com Moresi[15], o presente estudo metodológico é classificado, quanto a sua natureza, como aplicada, pois envolve a prática da metodologia para solucionar os resultados esperados. Segundo o mesmo autor a pesquisa é classificada como qualitativa, pois determina o que é importante porque é importante, a partir de conceitos, ideias e dados encontrados.

Quanto aos fins, a abordagem utilizada no estudo apresenta preliminar do objetivo principal, considerando ser uma pesquisa exploratória e descritiva a partir de questionários semiestruturados aos colaboradores da Instituição. Quanto aos meios, é uma pesquisa de característica bibliográfica e pesquisa de campo, pois observou exatamente como ocorre os processos acadêmicos da Instituições[15].

Os procedimentos metodológicos apresentam-se sintetizados na figura 2.

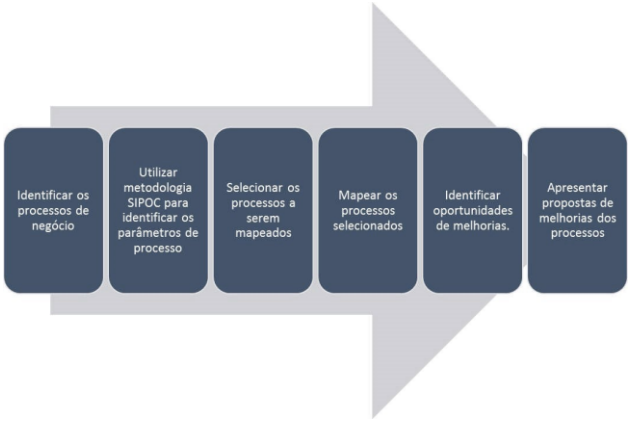


Figura 2 – Etapas da pesquisa

Inicialmente, por meio de entrevistas semiestruturadas junto a colaboradores da instituição, foram identificados os processos de negócio, realizados pela secretaria acadêmica e apresentados na tabela 1 a seguir.

Atividades da secretaria acadêmica em 2017

ATIVIDADES
Atendimento a alunos
Matrícula de alunos
Solicitação de declaração
Emissão e Conferência de pautas
Processos de transferência
Documentos de advertências
Carteirinha Estudantil

Tabela 1 - Atividades executadas pela secretaria acadêmica

Em função da maior criticidade do processo de matrícula, segundo à opinião dos colaboradores entrevistados, o mesmo foi elencado para ser mapeado.

A seguir foi utilizada a metodologia SIPOC de análise de processo para mapear o macroprocesso de matrícula de alunos e potenciais alunos da instituição.

O próximo passo foi iniciar o mapeamento do processo atual utilizando a metodologia BPM, onde foi selecionada como ferramenta de trabalho o Software Bizagi que é uma ferramenta livre, específica para o mapeamento de processos e que utiliza como base a notação BPMN – Notação do Mapeamento do Processo de Negócio, possibilitando o desenvolvimento de um desenho detalhado do processo de matrícula em uma Instituição de Ensino Superior.

A pesquisa voltou-se para investigar se é possível e quais seriam as possibilidades de melhorias no processo de matrícula da Secretaria Acadêmica de uma Instituição Ensino Superior, a fim de identificar as falhas, erros de execução, atraso no *input* dos pedidos e indevidas reprovações do seu cliente alvo.

Diante do exposto, fazendo-se necessário o acompanhamento de cada etapa dos processos realizados, desde a entrada do aluno na instituição até os processos internos, foi aplicado ao corpo de colaboradores da secretaria acadêmica entrevistas semiestruturadas.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para facilitar a análise do processo de matrícula e identificar suas dificuldades e possíveis oportunidade de melhorias, foi necessário obter um consenso sobre quais aspectos devem ser estudados, utilizando-se a matriz SIPOC, definindo assim todos os (S) fornecedores, as (I) entradas, os (P) processos, (O) saídas e (C) cliente da Instituição.

O modelo SIPOC (*Supplier / Inputs / Process / Outputs / Clients*) traz um arranjo simplificado em uma tabela e uma visão macro do processo de Matrícula, que ajuda a identificar os elementos relevantes no processo e assim determinar e identificar oportunidade de melhorias de forma padronizada, conforme apresentado na tabela 2 a seguir.

Processo de matrícula

S	I	P	O
Fornecedores	Entradas	Processo	Saídas
- Setor do Marketing; -Secretaria Acadêmica; - Financeiro; - Coordenações de curso	- Processo Seletivo; - Kit matrícula; - Pagamento da matrícula; - Aluno	- Matrícula de alunos e potenciais alunos	- Matrícula realizada

Tabela 2. SIPOC indica Supplier / Inputs / Process / Outputs / Clients)

- Versão AS-IS do processo de matrícula

Com foco no processo de realização da matrícula, foi elaborada a modelagem do estado atual (FLUXO AS-IS) do processo de matrícula:

A figura 3 contém os processos executados para a elaboração da matrícula do aluno na Instituição. Este processo envolve quatro partes, o marketing, a secretaria acadêmica, setor financeiro e o aluno, o qual é o principal interessado.

O processo inicia-se quando o aluno se inscreve no processo seletivo da Instituição, após realização da prova e a sua aprovação, direciona a secretaria acadêmica da faculdade para assim realizar a retirada de um kit matrícula, contendo o contrato e todos os documentos necessários para o ingresso no curso.

Após providenciar os documentos necessários, o futuro aluno retorna à secretaria para abertura de sua matrícula. A partir da conferência dos documentos e lançamento dos dados no sistema da faculdade, o aluno é encaminhado para o setor financeiro, para realizar o pagamento de sua matrícula. O processo é encerrado quando há o retorno do aluno comprovando o pagamento e assim, realiza a retirada de sua carteirinha provisória.

A modelagem AS-IS, permitiu analisar, que há pontos ineficientes no processo. Observou-se a existência de três problemas, o primeiro deles, ocorre após a aprovação do vestibular, onde, obrigatoriamente, o aluno deve retirar o kit matrícula, presencialmente na Secretária Acadêmica, sujeito a enfrentar fila de espera e retornar, com todos os documentos solicitados. Para a organização, este processo surge de forma negativa, visto o alto custo com novos envelopes, folhas A4, cartucho e mão de obra. Além disto, o terceiro problema observado, vista como incomodo por parte dos futuros alunos, foi a forma de pagamento de sua matrícula, presencialmente no financeiro e somente valor em espécie.

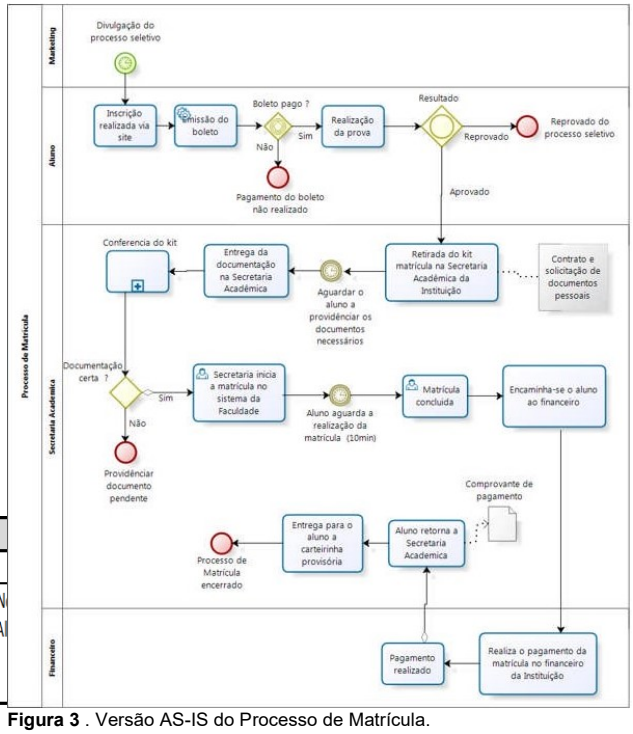


Figura 3 . Versão AS-IS do Processo de Matrícula.

- Versão TO-BE do processo de matrícula

O fluxo atual do processo serviu de subsídio para a etapa de modelagem do TO-BE do processo de matrícula da Instituição de Ensino. Diante da análise prevista, a versão TO-BE na figura 4, prevê identificadas possibilidades de melhorias e otimizações implantadas:

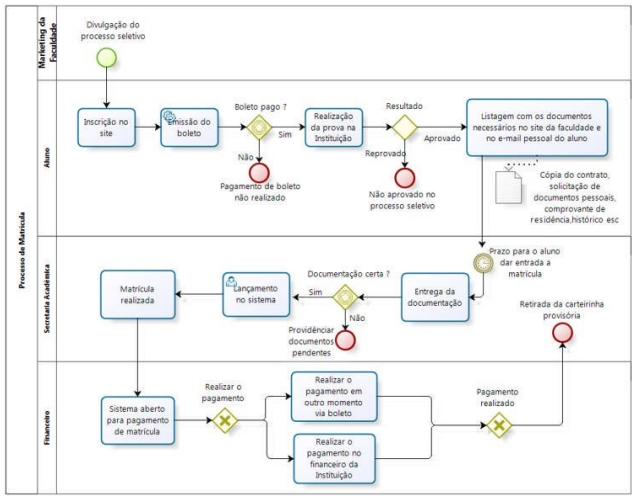


Figura 4. Versão TO-BE do Processo de Matrícula.

Na versão TO-BE, foi possível identificar pontos de melhoria e apresentar uma proposta de reestruturação, baseada na criação de um informativo com a listagem dos documentos necessários no mesmo campo de aprovação do vestibular, no site da Instituição. Evitando a burocracia

de ter que ir a Instituição apenas para se ter conhecimento dos documentos necessários, reduzindo tempo e custos com materiais. Ainda no modelo do estado futuro, o aluno teria como opção de pagamento de sua matrícula, ou no financeiro da Instituição ou por posteriormente, via boleto. Retirando posteriormente a sua carteirinha provisória na secretaria acadêmica. Aumentando assim a agilidade do processo, eficácia no tempo hábil e principalmente aumentando a satisfação dos futuros alunos.

A transformação do processo antigo para o estado atual, mostrou três principais oportunidades de melhorias. A primeira refere-se à possibilidade do aluno visualizar todos os documentos necessários via site, sem sair de sua propriedade, extinguindo o deslocamento físico inicial do aluno a Instituição. Outra modificação é a redução do custo operacional, como o papel, envelopes, cartuchos, além de evitar o desperdício de tempo consumido para elaboração do kit. E a última proposta vista como eficaz no processo, é ambígua possibilidade de realizar o pagamento de sua matrícula, realizada conforme sua preferência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No cenário atual de crescente competitividade é importante que as organizações busquem constantemente melhorias em seus processos. O trabalho desenvolvido vem ao encontro disso já que propõe uma reestruturação de processos com foco no atendimento aos clientes.

Em resposta e diante da crescente competitividade, considera-se afirmar, que é extremamente necessário a busca constante por melhorias nos processos de todas as organizações, inclusive em Instituição de Ensino Superior, seja ela pública ou privada.

A vantagem vista no gerenciamento de processos, foi de estimular continua melhorias nas extensas atividades das organizações. Com a perspectiva de avaliar as atividades que são desenvolvidas, e utilizar da abordagem como o TO-BE, para propor melhorias nos processos com foco no atendimento dos seus clientes.

Ao mapear o processo especifico de matrícula e analisar os resultados do trabalho como um todo, entende-se que os objetivos previstos para o trabalho foram atingidos e a reestruturação proposta tem potencial para proporcionar ganhos à instituição, através do BPM.

Além disto o estudo mostra que a implementação da metodologia BPM, não possui complexas barreiras para obtenção dos resultados propostos, por ser de abrangência ampla, busca estimular o alinhamento dos processos de negócios com estratégia de melhorias na organização assim como de satisfazer as necessidades do cliente, em constantes aperfeiçoamento.

Evidenciou, com a participação dos funcionários respondentes, a existência de algumas possíveis melhorias em seus processos, tais como: a redução da burocracia; redução de desperdício de tempo; redução de custos com materiais; a agilidade na duração do processo e a satisfação dos futuros alunos. No entanto, a implantação depende da gestão do setor. Somente a partir disso será possível confirmar ou não os ganhos e avaliar outros impactos.

REFERÊNCIAS

1. FLORES, E. G.; AMARAL, M. M.; **Mapeamento de Processos Utilizando a Metodologia BPM. Uma Ferramenta de suporte Estratégico no Desenvolvimento de Sistemas em uma Instituição Federal de Ensino Superior**, EATI,
2. 2014. Disponível em:
3. <http://www.eati.info/eati/2014/assets/anais/artigo4
4. 7.pdf>Acesso em: 10 de março de 2017.
5. FACCHINI, E.; JULIAATTO, D. L.; PEREIRA, R. P.; ROJAS, R. S. B; **Utilização da metodologia BPM para adequação de um sistema de gestão integrada e retenção de conhecimento em uma instituição pública de ensino superior**,
6. Florianópolis, G.U.A.L., 2011.
7. FARIAS. S. L. O., **Gerenciamento por processos em uma instituição de ensino universitário - O caso do departamento de controle e registro acadêmico**, Porto Alegre, UFRGS, 2009.
8. GONÇALVES, J. E. L. As **Empresas são grandes coleções de processos. RAE – Revista de Administração de Empresas**, v. 40 n. 1, 2000.
9. ARAUJO, E. D.; DRAGO, A. A.; **Gestão por Processos: Gerenciamento dos Fluxos de Processos Administrativos em uma Organização Militar,** 2014.
10. DAVENPORT, T. H., **Reengenharia de processos: como inovar na empresa através da tecnologia da informação.** Ed. Rio de Janeiro,
11. 1994. Disponível em
12. http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn
13. _sto_135_862_17955.pdf> Acesso em: 13 de março de 2017.
14. BARBARA, Saulo. **Gestão por Processos: Fundamentos, Técnicas e Modelos de Implementação.** Qualitymark Editora Ltda, 2014.
15. LAUDON, K.C.; LAUDON, J. P.; **Sistemas de informação gerenciais;** Editora Pearson. São Paulo, 2011.
16. CUNHA, N. R. A.; PAIXÃO, M. A.; NETO, F. E. M.; **Proposta de Modelo de Mapeamento de**
17. **Macroprocesso da SEDUC-TO**, 2008. Disponível
18. em
19. <http://www.convibra.com.br/2008/artigos/247_0.p_df> Acesso em: 13 de março de 2017**.**
20. PAVANI J. O.; SCUCUGLIA, R. **Mapeamento e gestão por processos – BPM: gestão orientada à entrega por meio de objetos, metodologia GAUSS**. São Paulo: M. Books,2011. Disponível em <https://gaussconsulting.com.br/wp-
21. content/uploads/2013/05/corpo_livro_2010_A6_fin alizado.pdf> Acesso em: 13 de março de 2017.
22. **CBOK, Guia para o Gerenciamento de**
23. **Processos de Negócio Corpo Comum de**
24. **Conhecimento** – ABPMP, 2013
25. OLIVEIRA, S. B.; NETO, M. A. A**., Análise e modelagem de processos de negócios: foco na notação BPMN**, São Paulo, Atlas, 2013.
26. MARIANO, I. C.; MULLER, C. J.; **Melhoria de processos pelo BPM: aplicação no setor público,** 2014. Disponível em: <
27. http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/65643>Ac esso em: 10 de março de 2017.

28. BALDAM, R. L., et al. **Gerenciamento de processos de negócios: BPM- business process management,** São Paulo, 2007.
29. MORESI, E. **Metodologia da Pesquisa**, Brasilia,
30. 2003

Energia elétrica renovável obtida através da pressão e vazão da água em tubulações de abastecimento

BRITO Jovane M[1]; COSTA Renato F[1]; GARCIA Chuber R[2]

RESUMO

Introdução: o crescente consumo energético ao longo dos anos associado a escassez cada vez maior dos combustíveis fósseis, bem como o impacto ambiental causado por estes, tem impulsionado a busca por maneiras alternativas para gerar energia de maneira limpa e sustentável. Desse modo, analisar os diversos fluxos de água existentes no meio urbano com o objetivo de gerar eletricidade é fundamental, pois, esse tipo de geração pode ser parte de uma solução para a crise energética mundial. **Objetivo:** desenvolver um estudo para geração de energia elétrica renovável através das variáveis pressão e vazão de água em tubulações de abastecimento. **Método:** para a realização do estudo foram utilizados dados hipotéticos baseados em sistemas de redes de distribuição de água para abastecimento público e fórmulas matemáticas para o dimensionamento de todo o processo de geração de energia. Inicialmente foram feitas pesquisas em livros e artigos científicos para estabelecer os dados utilizados, foram feitos cálculos para determinação da potência hidráulica na tubulação e para definir a turbina mais adequada ao sistema. Posteriormente, buscou-se determinar a potência elétrica gerada através de um alternador compatível. **Resultado:** a potência elétrica gerada, 141,13 kVa, foi bastante satisfatória, sendo capaz de suprir o consumo mensal de energia elétrica de aproximadamente 135 casas, gerando assim um valor financeiro bruto de aproximadamente R$ 13.000,00 reais. **Conclusão:** a geração de energia elétrica obtida através da pressão e vazão da água em tubulações de abastecimento mostrou-se bastante promissora dentro dos parâmetros estudados.
Palavras-chave: tubulação de abastecimento, pressão e vazão de água, energia elétrica.

ABSTRACT

Introduction: the increasing energy consumption over the years associated with the increasing scarcity of fossil fuels, as well as the environmental impact caused by them, has driven the search for alternative ways to generate energy in a clean and sustainable way. Thus, analyzing the various water flows existing in the urban environment with the goal of generating electricity is fundamental, as this type of generation can be part of a solution to the global energy crisis. **Objective:** to develop a study for the generation of renewable electric energy through the variables pressure and water flow in supply pipes. **Method:** the hypothetical data based on water distribution networks for public supply and mathematical formulas were used for the design of the entire energy generation process. Initially research was done on books and scientific articles to establish the data used, calculations were made to determine the hydraulic power in the pipeline and to define the turbine most appropriate to the system. Subsequently, it was sought to determine the electrical power generated through a compatible alternator. **Result:** the electric power generated, 141.13 kVA, was very satisfactory, being able to supply the monthly electricity consumption of approximately 135 houses, generating a gross financial value of approximately R$ 13,000.00. **Conclusion:** the generation of electric energy obtained through the pressure and flow of water in supply pipes proved to be very promising within the parameters studied.
Keywords: supply pipe, pressure and water flow, electric power.

INTRODUÇÃO

O progresso de uma civilização está diretamente ligado à sua capacidade de obter e utilizar energia.[1]

Após a revolução industrial e com o avanço da tecnologia, a sociedade entrou num acelerado processo de crescimento sem precedentes. Máquinas, equipamentos, eletrodomésticos e inovações tecnológicas se desenvolveram consideravelmente a partir de então, trazendo benefícios sem igual para a sociedade e demonstrando a habilidade do homem em utilizar a energia com cada vez mais técnica e destreza.[1]

No entanto, atualmente o conjunto de ofertas de energia mundial é dominado pelos combustíveis fósseis. Cerca de 80% da demanda energética primária é suprida por carvão mineral, petróleo e gás. A biomassa e a geração hidrelétrica em larga escala respondem por grande parte do restante, enquanto outras formas de geração por fontes renováveis tem uma contribuição relativamente pequena nesse processo.[1]

Conjuntamente, o crescimento que impulsiona as tendências atuais de energia é grande e está associado aos altos níveis de consumo energético nos países desenvolvidos e em desenvolvimento. Fatores como o aumento contínuo da população aliado à rápida industrialização dos países e a crescente demanda por serviços, aumentam o consumo energético significativamente, pois a medida que a sociedade avança, a demanda por energia cresce.[1] Calcula-se que a população mundial passará de 6 bilhões de pessoas no ano de 2000 para cerca de 9 bilhões em 2050.[2]

O Brasil, por exemplo, é um país bastante populoso, em desenvolvimento e que dependente muito das fontes tradicionais de energia, as hidrelétricas e as termelétricas, centralizando nessas fontes a maior parte da geração de energia elétrica do país.[2]

Com isso, fontes de energia renováveis têm sido exploradas com o objetivo de alcançar formas alternativas para atender a demanda energética.[3] Alguns recursos naturais têm se mostrado indispensáveis nesse processo. A água é um elemento fundamental a ser analisado, tendo em vista que apenas 1/3 do potencial hidráulico nacional é aproveitado, é o recurso natural mais abundante na terra e considerada uma fonte renovável de energia, não contribui para o aquecimento global e possui um volume estimado em 1,36 bilhão de quilômetros cúbicos.[4]

Desse modo, desenvolver maneiras e técnicas para utilizar os diversos fluxos de água ainda não explorados para gerar energia, diversificando assim os meios de produção e fornecimento, é essencial para o desenvolvimento do setor energético brasileiro e imprescindível para a confiabilidade e qualidade dos serviços prestados.[4] Além disso, os investimentos nessas áreas se tornam fundamentais para o desenvolvimento da economia e atendimento das demandas de um país.[5]

Posto isto, é razoável entender que a energia exerce papel fundamental para o desenvolvimento e inovação de um país,[6] entretanto, quando proveniente de fontes não renováveis provocam sérios problemas ambientais que colocam em risco a sustentabilidade do planeta.[7] Dessa forma a humanidade está diante de um grande desafio

[1] Acadêmico do 10° período do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica com Habilitação em Telecomunicações da Faculdade Novo Milênio, Vila Velha, ES, Brasil.
[2] Engenheiro Eletricista graduado pela Faculdade Novo Milênio; Pós-graduado em Engenharia de Segurança do trabalho, PUC/MG; professor da Faculdade Novo Milênio.
E-mail: prof.chuber@gmail.com
Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Elétrica com Habilitação em Telecomunicações, Faculdade Novo Milênio.
Data de envio para a banca: 00/00/0000
Data do aceite: 00/00/0000

que é fazer a transição de um mundo dependente de energia não renovável para um futuro com energia sustentável.[1]

Existem diversas formas não exploradas para obter energia a partir de fontes renováveis. Uma maneira inovadora de produzir energia elétrica através da água é explorar sua vazão e pressão em tubulações de abastecimento. Alguns autores já estudaram formas de otimizar o controle dessas variáveis nesse processo, dentre eles destacam-se:

Silva *et al*[8] projetaram um sistema de controle em tempo real da pressão de sistemas de distribuição de água por meio da atuação na rotação do sistema de bombeamento e na abertura de válvulas. O controle da pressão foi feito por meio da variação da velocidade de rotação do sistema de bombeamento e do ângulo de abertura de válvulas de controle. Os resultados confirmaram que o controlador adaptativo auto ajustável proposto é estável, controla a pressão e reduz o consumo de energia elétrica na operação da bancada experimental.

Camboin *et al*[9] desenvolveram um sistema Fuzzy para o controle de pressão de redes de distribuição de água, utilizando conversores de frequência acoplados aos conjuntos motor-bomba. Esse controlador identifica de maneira confiável a melhor opção, referente ao consumo energético do sistema, e toma a decisão alusiva ao estado dos motores (ligado, desligado ou com rotação parcial). Os autores sugerem que o atendimento às especificidades do sistema necessita de uma boa base de regras e funções de pertinência desenvolvidas coerentemente.

Com o objetivo da determinação da velocidade econômica de escoamento, em função de várias variáveis: vazão, comprimento da adutora e o material utilizado na mesma, tempo de funcionamento e desnível geométrico, Perroni *et al*[10] determinara o custo da energia de bombeamento. Foram utilizadas diferentes situações de operação do sistema, envolvendo interações entre diferentes pressões de funcionamento, vazões, diâmetros e comprimentos de tubulação e tempos de funcionamento. Os resultados do estudo demonstraram que a variação do comprimento da adutora reflete diretamente nos custos (fixos e variáveis), ou seja, quanto maior o comprimento, maior o custo fixo, e, também maiores os custos variáveis (maior perda de carga e consequentemente maior consumo).

Portanto, este projeto de pesquisa apresenta uma forma alternativa para produzir energia elétrica renovável, contribuindo para: gerar eletricidade para consumo local, descentralizar a produção de energia elétrica nas grandes usinas, reduzir os custos com a transmissão de energia e minimizar a degradação ambiental.

Objetivou-se projetar um sistema para geração de energia elétrica renovável através da pressão e vazão da água em tubulações de abastecimento.

MATERIAIS E MÉTODOS

Estudo experimental de caráter quantitativo de inovação tecnológica, realizado para subestações de abastecimento de água, no município de Vila Velha – ES, no período de julho a outubro de 2017, com a finalidade de obter energia elétrica de forma sustentável.

Para a realização do estudo foram utilizados dados hipotéticos baseados em sistemas de redes de distribuição de água para abastecimento público, fórmulas matemáticas para o dimensionamento de todo o processo de geração proposto, bem como pesquisas em livros e artigos científicos publicados nessa área.

Não foram inclusos no estudo os processos de automação do sistema gerador de energia, os quais são extremamente necessários caso o projeto venha a ser realmente executado. Também não feita a especificação e o projeto de sistemas que possibilitem a utilização da energia elétrica gerada, do tipo on grid (sistemas interligados à rede elétrica) ou off grid (sistemas independentes da rede elétrica).

Os dados iniciais que foram utilizados nesse estudo experimental estão dispostos na tabela 1.

Dados quantitativos de sistemas de abastecimento

Dados	Valores
Pressão	600 kPa
Vazão	0,4 m³/s
Diâmetro da tubulação	0,4 m

Tabela 1. Tabela de dados estabelecidos.

Teoricamente, as pressões dinâmicas nas redes de distribuição de água variam de 100 a 600 kPa. Contudo, na prática as pressões podem variar de 0 a 1000 kPa.[11] Logo, foi estabelecido para este estudo uma pressão de 600 kPa.

A vazão foi calculada levando em consideração uma quantidade de pessoas de alguns bairros do município de Vila Velha – Es, atendidas pelo sistema de abastecimento, considerando o consumo por pessoa igual a 150 litros de água por dia, conforme a equação abaixo:

$$Q = \frac{K1 \,.\, K2 \,.\, P \,.\, q}{86\,400} \qquad (1)$$

Equação 1. Cálculo da vazão de água na tubulação
Q = vazão (L/s)
K1 = coeficiente do dia de maior consumo
K2 = coeficiente da hora de maior consumo
P = população que será abastecida
q = consumo de água diário por pessoa (L)
86 400 = tempo de um dia (s)

$$Q = \frac{1{,}2 \,.\, 1{,}5 \,.\, 128\,000 \,.\, 150}{86\,400} = 400 \text{ L/s}$$

Utilizando as unidades de medidas do sistema internacional, a vazão calculada foi de 0,4 m³/s.

O diâmetro da tubulação foi estabelecido tendo por base a velocidade máxima de escoamento do fluido em tubulações de abastecimento, conforme a norma NBR 12218,[12] e utilizando a vazão de 0,4 m³/s calculada.

Foi considerado que a pressão e a vazão estabelecidas foram produzidas por bombas hidráulicas localizadas a uma distância de 100 metros do reservatório de água, que alimentam a referida tubulação de abastecimento, fornecendo assim, uma potência hidráulica ao fluido.

A potência hidráulica fornecida ao fluido foi calculada através da equação abaixo.

$$Wh = \rho \,.\, Q \,.\, g \,.\, Hm \qquad (2)$$

Equação 2. Cálculo da potência hidráulica na saída da bomba
Wh = potência hidráulica (W)
p = massa específica da água (kg/m³)
Q = vazão (m³/s)
g = aceleração da gravidade (m/s²)
Hm = altura manométrica da bomba (m)

No entanto, para aplicação da equação 2, é necessário determinar a altura manométrica da bomba, que é a energia por unidade de peso que o sistema solicita para transportar o fluido do reservatório de sucção para o reservatório de descarga, com uma determinada vazão, calculada em metros de coluna de água.

$$Hm = \left(\frac{P1}{\rho \,.\, g} + \frac{v1^2}{2 \,.\, g} + z\right) - \left(\frac{P2}{\rho \,.\, g} + \frac{v2^2}{2 \,.\, g} + z\right) \quad (3)$$

Equação 3. Cálculo da altura manométrica da bomba
Hm = altura manométrica (mca)
P1 = pressão na saída da bomba (Pa)
P2 = pressão na entrada da bomba (Pa)
v1 = velocidade do fluido na entrada da bomba (m/s)
v2 = velocidade do fluido na saída da bomba (m/s)
p = massa específica da água (kg/m³)
g = aceleração da gravidade (m/s²)

Da mesma forma, a aplicação da equação 3, também depende de outras variáveis ainda não calculadas, a velocidade do fluido na entrada (v1) e a velocidade do fluido na saída (v2) da bomba, calculadas conforme a equação a seguir.

$$v = \frac{4 \,.\, Q}{\pi \,.\, D^2} \quad (4)$$

Equação 4. Cálculo da velocidade do fluido
v = velocidade do fluido (m/s)
Q = vazão (m³/s)
D = diâmetro da tubulação (m)

$$v1 = \frac{4 \,.\, 0{,}4}{3{,}14 \,.\, (0{,}6)^2} = 1{,}41 \text{ m/s}$$

$$v2 = \frac{4 \,.\, 0{,}4}{3{,}14 \,.\, (0{,}4)^2} = 3{,}18 \text{ m/s}$$

Com as velocidades de entrada e saída determinadas foi possível calcular a altura manométrica da bomba.

$$Hm = \left(\frac{600x10^3}{1000 \,.\, 9{,}8} + \frac{(3{,}18)^2}{2 \,.\, 9{,}8} + 0{,}5\right) - \left(\frac{101{,}32x10^3}{1000 \,.\, 9{,}8} + \frac{(1{,}41)^2}{2 \,.\, 9{,}8} + 0{,}3\right) = 51{,}49 \text{ mca}$$

E, com isso, foi possível calcular a potência hidráulica fornecida ao fluido pela bomba.

$$Wh = 1000 \,.\, 0{,}4 \,.\, 9{,}8 \,.\, 51{,}49 = 201{,}84 \text{ kW}$$

Portanto, a potência hidráulica na saída da bomba é de 201,84 kW, no entanto, o sistema de geração de energia elétrica proposto foi planejado para ser instalado junto aos reservatórios de água das subestações de abastecimento. Com isso, é necessário determinar a perda de carga no sistema, tendo em vista que foi considerada uma distância de 100 metros, em linha reta, entre a bomba e o sistema gerador de energia.

O cálculo da perda de carga na tubulação levou em consideração o número de Reynolds, a rugosidade absoluta e relativa do duto e o fator de atrito.

Número de Reynolds.

$$Re = \frac{\rho \,.\, v \,.\, D}{\mu} \quad (5)$$

Equação 5. Cálculo do número de Reynolds
p = massa específica da água (kg/m³)
v = velocidade do fluido (m/s)
D = diâmetro da tubulação (m)
μ = viscosidade dinâmica do fluido (N.s/m²)

$$Re = \frac{1000 \,.\, 3{,}18 \,.\, 0{,}4}{1{,}01x10^{-3}} = 1{,}26x10^6$$

Esse resultado mostra que o escoamento do fluido acontece em regime turbulento (tabela 2).

Regime de escoamento do fluido em tubulações

Número de Reynolds	Regime de escoamento
Re < 2 300	Laminar
2 300 < Re < 4 000	Transição
Re > 4 000	Turbulento

Tabela 2: Tabela de tipos de escoamento. Fonte: modificado de Bistafa[13]

O material escolhido para a tubulação foi o aço soldado moderadamente oxidado, onde o seu coeficiente de rugosidade absoluta (Ɛ) é de 0,4 conforme a tabela 3.

Coeficiente de rugosidade absoluta dos materiais de fabricação de tubulações

Material	Rugosidade absoluta ε (mm)
Aço comercial novo	0,045
Aço laminado novo	0,04 a 0,1
Aço soldado novo	0,05 a 0,1
Aço soldado limpo, usado	0,15 a 0,2
Aço soldado moderadamente oxidado	0,4
Aço laminado revestido de asfalto	0,05
Aço rebitado novo	1 a 3
Aço galvanizado, com costura	0,15
Aço galvanizado, sem costura	0,06
Ferro fundido novo	0,25 a 0,5
Ferro fundido com leve oxidação	0,3
Ferro fundido velho	3 a 5
Ferro fundido com revestimento asfáltico	0,12
Ferro fundido oxidado	1 a 1,5
Cimento amianto novo	0,025
Concreto centrifugado novo	0,16
Concreto armado liso, vários anos de uso	0,2 a 0,5
Concreto com acabamento normal	1 a 3
Cobre, latão, aço revestido de epóxi, PVC, plásticos em geral, tubos extrudados	0,0015

Tabela 3. Tabela de rugosidade absoluta. Fonte: modificada de Costa[14]

A rugosidade relativa do duto é a relação entre a rugosidade absoluta e o diâmetro da tubulação, calculada pela equação a seguir.

$$\varepsilon r = \frac{\varepsilon}{D} \quad (6)$$

Equação 6. Cálculo da rugosidade relativa do duto
Ɛ = rugosidade absoluta (mm)
D = diâmetro da tubulação (mm)

$$\varepsilon r = \frac{0,4}{0,4} = 1x10^{-3}$$

Para o cálculo do fator de atrito foi utilizada a rugosidade relativa do duto e o número de Reynolds calculados anteriormente.

$$f = \left(\frac{0,25}{\left[\log . \left(\frac{\varepsilon/D}{3,7} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right)\right]^2} \right) \quad (7)$$

Equação 7. Cálculo do fator de atrito
Ɛ = rugosidade absoluta
D = diâmetro da tubulação (mm)
Re = número de Reynolds

$$f = \left(\frac{0,25}{\left[\log . \left(\frac{1x10^{-3}}{3,7} + \frac{5,74}{(1,26x10^{6})^{0,9}} \right)\right]^2} \right) = 0,02$$

Com isso, após o cálculo do fator de atrito, foi possível determinar a perda de carga na tubulação com a distância considerada, conforme a equação abaixo.

$$H_F = f . \frac{L}{D} . \frac{v^2}{2 . g} \quad (8)$$

Equação 8. Cálculo da perda de carga na tubulação
H_F = perda de carga (mca)
f = fator de atrito
L = comprimento da tubulação (m)
D = diâmetro da tubulação (m)
v = velocidade do fluido (m/s)
g = aceleração da gravidade (m/s²)

$$H_F = 0,02 . \frac{100}{0,4} . \frac{(3,18)^2}{2 . 9,8} = 2,55 \text{ mca}$$

Em seguida foi feito o cálculo da altura monométrica final, que é a diferença entre a altura manométrica da bomba e a perda de carga.

$$Hm_{(final)} = Hm - H_F$$

$$Hm_{(final)} = 51,49 - 2,55 = 48,94 \text{ mca}$$

Após determinada a altura manométrica final, foi possível calcular a potência hidráulica que efetivamente chega ao sistema de geração de energia proposto.

$$Wh = \rho . Q . g . Hm_{(final)}$$

$$Wh = 1000 . 0,4 . 9,8 . 48,94 = 191,84 \text{ kW}$$

Essa potência de 191,84 kW será utilizada pela turbina hidráulica para a geração de energia elétrica, através da transformação da energia hidráulica em energia mecânica de rotação de eixo.

Posteriormente foram feitos cálculos para seleção do tipo de turbina hidráulica a ser usada no estudo, levando em consideração os parâmetros até então calculados. No entanto, essa escolha depende ainda de outra grandeza a ser determinada, que é o número de rotações por minuto do gerador elétrico que a turbina irá acionar.

Rotação do gerador.

$$n = \frac{120 . fr}{p} \quad (9)$$

Equação 9. Cálculo da rotação do gerador
n = número de rotações (rpm)
fr = frequência da rede (Hz)
p = número de polos do gerador

Foi estimado, para efeito de cálculo, um gerador com oito (8) polos, devido ao fato de que a rotação do gerador influencia no cálculo do diâmetro do rotor da turbina, conforme pode ser observado nos cálculos posteriores.

$$n = \frac{120 . 60}{8} = 900 \text{ rpm}$$

Utilizando os parâmetros anteriormente calculados, foi possível fazer a seleção da classe de turbina através da equação da rotação específica da mesma. No entanto, como ainda não se conhece o tipo de turbina e o seu rendimento, assumiu-se que esse valor seria de 100%, tendo em vista que se trata apenas de um cálculo inicial de seleção da classe de turbina.[13]

Para a utilização da equação a seguir foi necessário converter a potência hidráulica calculada em quilowatts (kW) para cavalo vapor (cv), considerando que 1 cv é equivalente a 735,49 W

$$n_s = \frac{n . \sqrt{W_h}}{H_{m(final)} . \sqrt[4]{H_{m(final)}}} \quad (10)$$

Equação 10. Cálculo da rotação específica da turbina
n_s = rotação específica da turbina (rpm)
n = rotação do gerador (rpm)
$H_{m(final)}$ = altura manométrica (m)
Wh = potência hidráulica (cv)

$$n_s = \frac{900 . \sqrt{260,83}}{48,94 . \sqrt[4]{48,94}} = 112,25 \text{ rpm}$$

Desse modo, com a rotação específica calculada, e utilizando a figura 1 e a tabela 4 a seguir foi possível determinar o tipo de turbina mais adequada ao estudo.

Campo de aplicação dos tipos de turbinas de acordo com a queda e a rotação específica

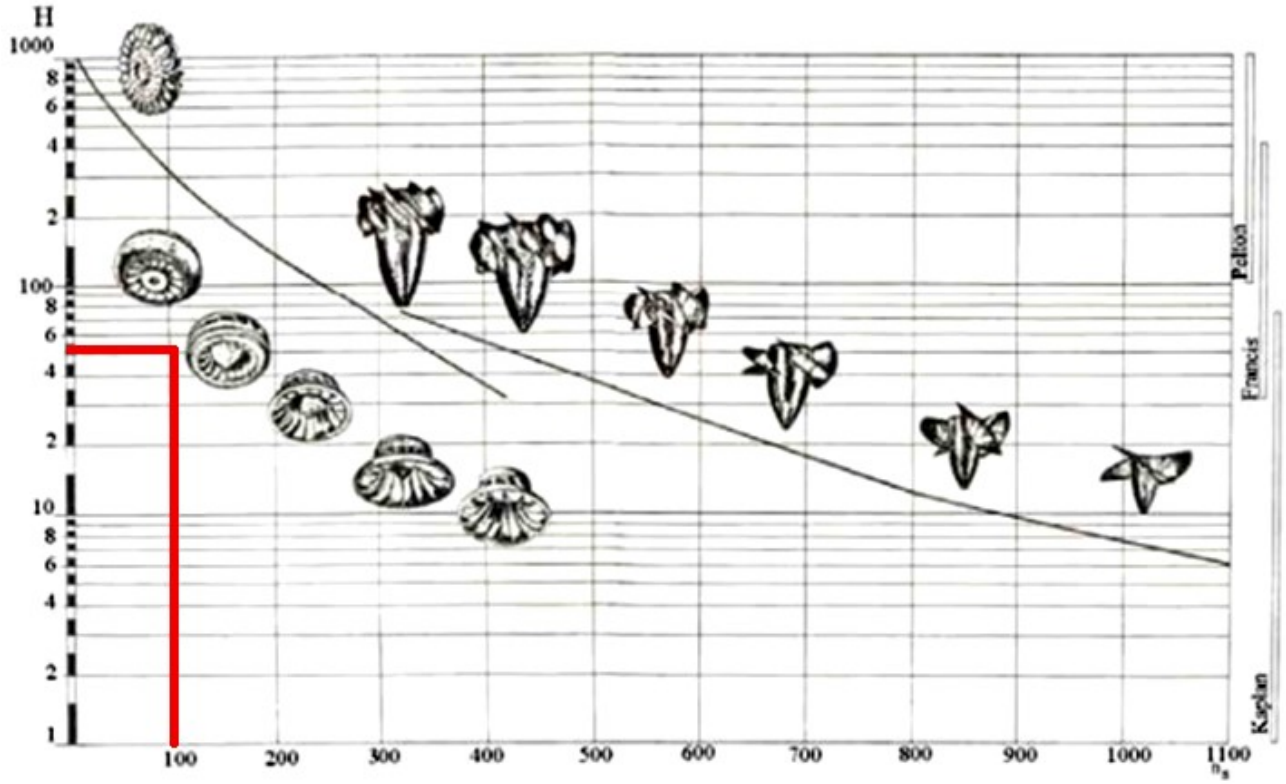


Figura 1. Turbinas Pelton, Francis e Kaplan. Fonte: modificada de Macintyre [15]

Seleção do tipo de turbina de acordo com a rotação específica (ns) e altura de queda (H)

Tipos de turbinas		ns (rpm)	H (m)
Pelton	1 jato	18	800
	1 jato	18-25	800-400
	1 jato	26-35	400-100
	2 jatos	26-35	800-400
	2 jatos	36-50	400-100
	4 jatos	40-50	400-100
	4 jatos	51-71	500-200
	6 jatos	72-90	400-100
Francis	Muito lenta	55-70	600-200
	Lenta	71-120	200-100
	Normal	121-200	100-70
	Rápida	201-300	70-25
	Extra –rápida	301-450	25-15
Kaplan, Bulbo, Straflo, Propeller	8 pás	250-320	70-50
	7 pás	321-430	50-40
	6 pás	431-530	40-30
	5 pás	534-620	30-20
	4 pás	624 em diante	30

Tabela 4. Aplicação dos diversos tipos de turbinas. Fonte: modificada de Macintyre [15]

De acordo com os dados observados acima, fica claro, que a melhor escolha é a turbina do tipo Francis.

É necessário ainda conhecer o rendimento total da turbina (n_t), que é de 0,80 nas pequenas e de 0,85 nas médias.[15] Para o estudo proposto foi utilizado o rendimento de 0,80.

Logo, a potência de saída da turbina foi calculada pela equação abaixo.

$$W_s = n_t \,.\, Wh \qquad (11)$$

Equação 11. Cálculo da potência de saída no eixo da turbina.
W_s = potência de saída da turbina (W)
n_t = rendimento da turbina (%)
Wh = potência hidráulica na entrada da turbina (W)

$$W_s = 0{,}8 \,.\, 191.84x10^3 = 153{,}47 \text{ kW}$$

Em seguida foi calculado o torque de saída no eixo da turbina, para isso, foi necessário determinar a frequência angular, conforme a equação abaixo.

$$\omega = 2 \,.\, \pi \,.\, n_s \qquad (12)$$

Equação 12. Cálculo da velocidade angular

$$\omega = \frac{2 \,.\, 3{,}14 \,.\, 112{,}25}{60} = 11{,}75 \text{ rad/s}$$

Com a velocidade angular determinada, foi possível calcular o torque no eixo da turbina, conforme a equação abaixo.

$$T_{(turbina)} = \frac{W_s}{\omega} \quad (13)$$

Equação 13. Cálculo do torque da turbina
T = torque (N·m)
W_s = potência de saída no eixo da turbina (W)
ω = velocidade angular (rad/s)

$$T_{(turbina)} = \frac{153{,}47x10^3}{11{,}75} = 13{,}06\ kN \cdot m$$

Nota-se, no entanto, que a rotação da turbina calculada na equação 10, 112,25 rpm, não está compatível com a rotação especificada para o gerador, calculada na equação 9, 900 rpm. Com isso, foi necessário a instalação de um sistema de multiplicação de velocidade entre os eixos da turbina e do gerador.

A caixa multiplicadora é responsável por transmitir a energia mecânica entregue pelo eixo do rotor até o gerador.[16] Ela foi utilizada para que a velocidade no eixo do rotor fosse multiplicada para se adequar à velocidade necessária do gerador.

O dimensionamento do multiplicador de rotação levou em consideração o fator de multiplicação (k) que é a relação entre a rotação de saída e a rotação de entrada da caixa, obtido pela equação abaixo.

$$k = \frac{rpm_{(saída)}}{rpm_{(entrada)}} \quad (14)$$

Equação 14. Cálculo do fator de multiplicação
rpm(saída) = rotação na saída do multiplicador
rpm(entrada) = rotação na entrada do multiplicador

$$k = \frac{900}{112{,}25} = 8{,}02$$

Multiplicadores ou redutores de velocidades, quando corretamente dimensionados e bem construídos, possuem rendimentos (n_c) de pelo menos 90 %.[16] Logo, foi utilizado esse valor para o cálculo da potência de saída no multiplicador.

$$W_c = W_s \,.\, n_c \quad (15)$$

Equação 15. Potência de saída no eixo do multiplicador
W_c = potência de saída do multiplicador (W)
W_s = potência de saída da turbina (W)
n_c = rendimento do multiplicador (%)

$$W_c = 153{,}47x10^3 \,.\, 0{,}9 = 138{,}12\ kW$$

No entanto, a implementação do multiplicador de rotação reduz o torque de saída da turbina, por isso, utilizando o fator de multiplicação (k) foi determinado o novo torque no eixo, após a caixa multiplicadora.

$$T_{(multiplicador)} = \frac{W_c}{\omega \,.\, k} \quad (16)$$

Equação 16. Cálculo do torque na saída do eixo do multiplicador

$$T_{(multiplicador)} = \frac{138{,}12x10^3}{11{,}75 \,.\, 8{,}02} = 1{,}46\ kN \cdot m$$

Em seguida foi determinado o tamanho do rotor da turbina, e para isso, foi levado em consideração o diagrama de velocidades para os escoamentos de entrada e saída na máquina. O polígono de velocidades relaciona os três (3) tipos de velocidades de escoamento existentes no processo: a velocidade absoluta do fluido que chega até a turbina, a velocidade de escoamento do fluido em relação as pás girantes e a velocidade do rotor da turbina, especificada pela geometria do rotor e pela velocidade de operação da máquina, chamada de velocidade tangencial.[17]

Para efeito de cálculos neste estudo foi definido que o rotor teria pás com ângulos em 90 graus, por se tratar de uma construção mais simples e econômica e maior rendimento da turbina, devido à redução das perdas por atrito.[18]

Utilizando a figura abaixo foram feitos cálculos para determinar a velocidade tangencial (U) e a velocidade de escoamento do fluido ($\vec{w}$). Observe que, embora os ângulos β1 e β2 sejam ambos menores que 90° graus, em geral, eles podem ser menores, iguais, ou maiores que 90° graus.[17]

Polígono que relaciona as velocidades do fluido de acordo com o ângulo de inclinação das pás β1 e β2

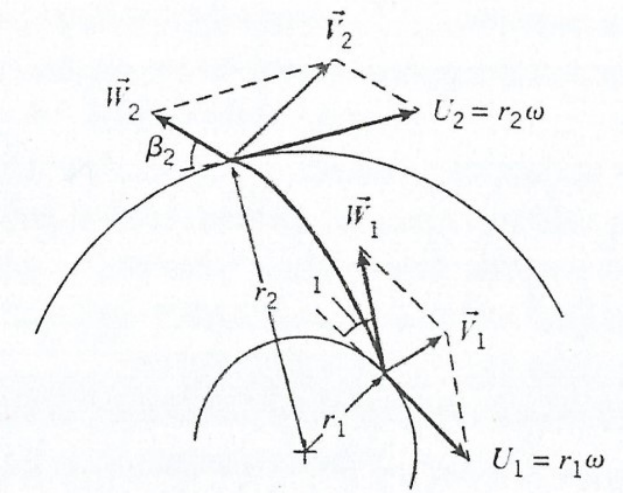


Figura 2. Triângulo de velocidades. Fonte: Fox *et al.*[17]

Velocidade tangencial.

$$U = v2 \,.\, \cos 45° \quad (17)$$

Equação 17. Cálculo da velocidade tangencial

$$U = 3{,}18 \,.\, \cos 45° = 2{,}25\ m/s$$

Velocidade de escoamento do fluido.

$$\vec{w} = v2 \,.\, \sin 45° \quad (18)$$

Equação 18. Cálculo da velocidade de escoamento

$$\vec{w} = 3{,}18 \,.\, \sin 45° = 2{,}25\ m/s$$

Após efetuados os cálculos das velocidades foi possível determinar o tamanho do raio do rotor através da equação que relaciona a velocidade tangencial com a velocidade angular, conforme a equação a seguir.

$$R = \frac{U}{\omega} \quad (19)$$

Equação 19. Cálculo do raio do rotor
R = raio do rotor (m)
U = velocidade do rotor (m/s)
ω = velocidade angular (rad/s)

$$R = \frac{2,25}{11,75} = 0,19 \,.\, 2 = 0,38 \text{ m}$$

O raio calculado foi de 0,19 metros, sendo, portanto, o diâmetro do rotor igual a 0,38 metros.

Por fim, foi calculada a potência fornecida pelo gerador, usando como parâmetros a potência de saída no eixo do multiplicador, o rendimento e o fator de potência utilizados em máquinas elétricas.

O rendimento do gerador (n_g) não é constante e se aproxima de seu valor máximo com a carga entre 80 e 100 % da potência máxima. Por se tratar de cálculos estimativos foi utilizado 90 %, que é o valor adotado pelos montadores de grupos geradores em geral. Já o fator de potência utilizado foi o de 0,8 comumente empregado para a construção de máquinas elétricas.[19]

Desse modo, foi calculada a potência do gerador utilizando a equação a seguir:

$$W_g = \frac{W_c \,.\, n_g}{fp} \quad (20)$$

Equação 20. Cálculo da potência do gerador
W_g = potência de saída do gerador (Va)
n_g = rendimento do gerador (%)
fp = fator de potência

$$W_g = \frac{138,12x10^3 \,.\, 0,9}{0,8} = 155,38 \text{ kVa}$$

Logo, a potência gerada pelo sistema de energia proposto, considerando constante o regime do fluxo de água na tubulação, foi de 155,38 kVa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A potência elétrica gerada foi obtida considerando um regime constante do fluxo de água, no entanto, sistemas de abastecimento operam em regime variável, pois seu funcionamento está diretamente ligado ao consumo diário da população à qual abastece.

Logo, com o objetivo de verificar qual seria a variação na potência gerada, foram feitos cálculos variando a vazão e a pressão no sistema de abastecimento. Os resultados obtidos são os indicados na tabela abaixo.

Variação da potência elétrica gerada e do torque produzido de acordo com a variação da pressão e vazão na tubulação

Variáveis do processo	Procedimento 1	Procedimento 2	Procedimento 3	Procedimento 4	Procedimento 5
Pressão (kPa)	600	700	500	800	400
Vazão (m³/s)	0,4	0,4	0,3	0,4	0,2
Torque (kN·m)	1,46	1,77	0,89	1,97	0,45
Potência (kVa)	155,38	187,81	94,42	220,21	47,86

Tabela 5. Variações do processo.

De acordo com a tabela, foi possível verificar que a variação da pressão e/ou vazão tem forte influência na potência elétrica gerada e no torque produzido entregue ao gerador. Essa situação também pode ser observada através do gráfico abaixo, que relaciona a potência gerada com a variação da pressão e da vazão, apresentando o comportamento da potência elétrica diante dessas variações.

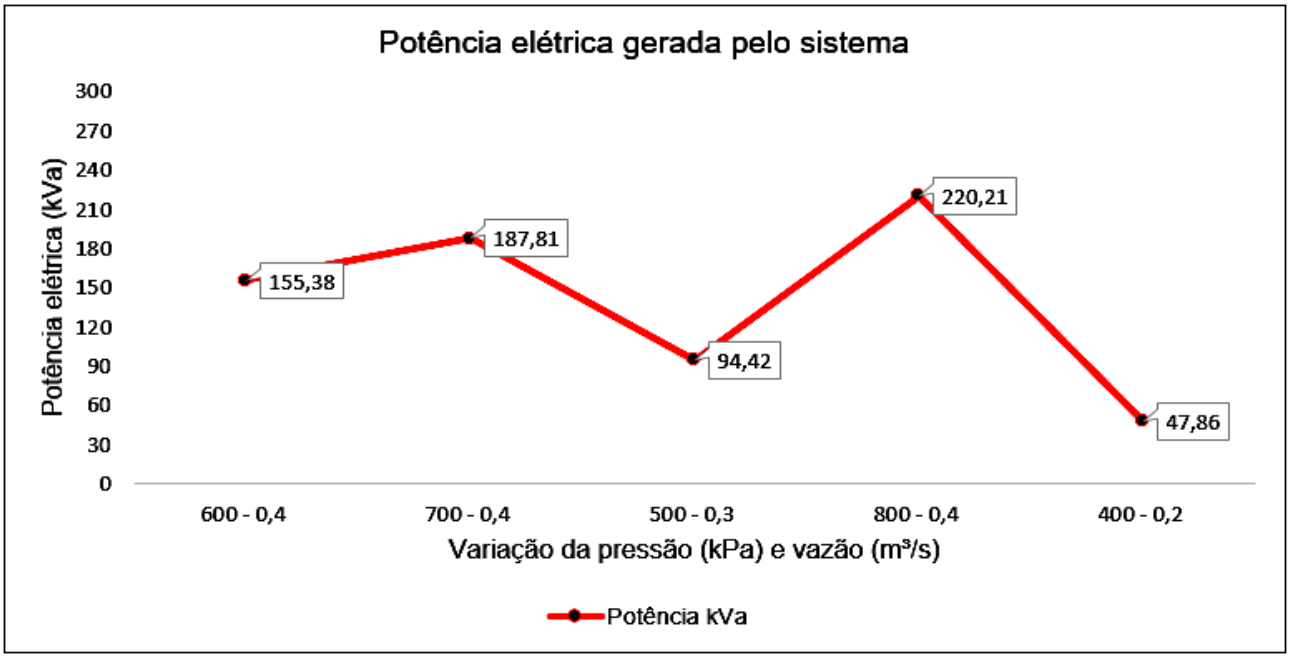


Figura 3. Variação da potência elétrica gerada pelo sistema de energia proposto levando em consideração modificações de pressão e vazão do sistema de abastecimento ao longo do dia

Portanto, foi feito uma média aritmética das potências geradas ao longo dia, cujo o valor obtido foi de 141,13 kVa. Esse valor foi utilizado como referência para indicar o que poderia ser abastecido com o sistema de energia proposto e estabelecer o que essa potência representa em termos de valores financeiros.

Para demonstrar a capacidade de fornecimento de energia do sistema foi feito o cálculo da quantidade de quilowatt por hora (kW/h) produzido num período de trinta dias, considerado o seu funcionamento sendo de oito horas diárias, conforme equação abaixo.

$$P_{(kW/h)} = W_{g\,(médio)} \cdot h \cdot d \qquad (21)$$

Equação 21. Cálculo do quilowatt/hora produzido em um mês
$P_{(kW/h)}$ = potência (kW/h)
$W_{g(médio)}$= potência de saída do gerador (W)
h = horas de funcionamento diária
d = quantidade de dias em um mês

$$P_{(kW/h)} = 112{,}90X10^3 \cdot 8 \cdot 30 = 27\,096\ kW/h$$

Levando em consideração que uma residência consome em média 200 kW/h de energia em um mês, foi feito o cálculo de quantas residências poderiam ser alimentadas pelos 27.096 kW/h produzidos nesse mesmo período.

$$\frac{27\,096\ kW/h}{200\ kW/h} = 135\ casas$$

Portanto, através do sistema geração de energia e dos parâmetros estabelecidos, são abastecidas em média 135 residências.

Para determinar o valor que o quilowatt/hora gerado no mês representa em termos de economia financeira foi utilizada uma fatura de energia da concessionária local e aplicado as tarifas de consumo, conforme demonstrado no cálculo a seguir.

Detalhamento de uma fatura de energia de uma casa popular

Detalhes de Faturamento

Descrição	Quantidade	X	(Tarifa (R$) TUSD + TE) =	Total R$
Fornecimento de energia elétrica				144,38
Consumo	201,00 kWh	X	(0,22011000 + 0,26467000)	97,44
Adicional Bandeira Amarela				1,95
Adicional Bandeira Vermelha				3,63
Tributos	B. Cálculo	X	Aliquota	
PIS	144,38	X	0,65% =	0,93
COFINS	144,38	X	3,00% =	4,33
ICMS	144,38	X	25,0% =	36,10
CONTRIBUIÇÃO DE ILUM. PÚBLICA - LEI MUNICIPAL 219/2015				15,53

BANDEIRAS TARIFARIAS
BANDEIRA TARIFARIA VIGENTE PARA FATURAMENTO: VERMELHA
Nº dias Fat. Bandeira Amarela: 15 dias (16/09/2017 à 30/09/2017)
Nº dias Fat. Bandeira Vermelha: 16 dias (01/10/2017 à 16/10/2017)
Informações sobre sistema de bandeiras tarifárias disponível site ANEEL(www.aneel.gov.br)

Detalhes do Valor Faturado (R$)

ENER. ELÉTRICA	TRANSMISSÃO	DISTRIBUIÇÃO	ENC. SETORIAIS	IMPOSTOS/TRIBUTOS	TOTAL
53,93	6,50	24,78	17,81	41,36	144,38

Figura 4. Valor de uma fatura referente as tarifas e tributos cobrados pela concessionária

$$V_{(R\$)} = kW/h_{(mês)} \cdot (TUSD + TE) \qquad (22)$$

Equação 22. Cálculo do valor financeiro em reais
$kW/h_{(mês)}$ = quilowatt/hora gerado em um mês
TUSD = tarifas de uso dos sistemas de distribuição
TE = tarifas de energia

$$V_{(R\$)} = 27\,096 \cdot (0{,}22011000 + 0{,}26467000) = 13\,135{,}59\ reais$$

Portanto, o valor financeiro total do quilowatt/hora gerado é de aproximadamente R$ 13.135,59 reais.

Em relação aos custos dos principais componentes deste sistema, foi feito uma estimativa de preços através de pesquisas em sites específicos que trabalham com a venda desses equipamentos.

O alternador selecionado foi o modelo Weg linha G Plus de 200 kVa, cujo o valor aproximado foi de R$ 30.000,00 reais.

A caixa multiplicadora de velocidade foi especificada com uma relação de 1 para 8, cujo o valor aproximado foi de R$ 10.000,00 reais.

A turbina hidráulica pesquisada no mercado foi com potência de saída de até 500 kW, cujo o valor aproximado foi de R$ 15.000,00 reais.

Em relação as perdas de pressão e vazão em sistemas de abastecimento de água, Silva *et al*[8] e Camboin *et al,*[9] apresentaram estudos mostrando que é necessário ter um maior controle dessas variáveis na tubulação de abastecimento, com o objetivo de manter o sistema de distribuição de água dentro dos níveis compatíveis com às necessidades de consumo.

No entanto, o sistema de geração proposto utiliza como fonte de energia a potência hidráulica do fluido, comprometendo assim a pressão e a vazão na tubulação. Com isso, observou-se uma disparidade entre o que é adequado a um sistema de abastecimento, que são os níveis dessas variáveis dentro dos limites de consumo, e a redução dos mesmos ocasionada pelo presente estudo.

Relativamente a pressão, o sistema de geração de energia foi estudo para operar próximo ao reservatório de água da subestação, substituindo assim as válvulas redutoras de pressão existentes no local. Desse modo, a perda de pressão do fluido ao passar pelo sistema de geração proposto seria compensada em parte por esta substituição.

Com relação vazão após passar pela turbina, foi feito o cálculo dessa variável utilizando a velocidade de escoamento do fluido, conforme a equação abaixo.

$$Q = \frac{\vec{w} \,.\, \pi \,.\, D^2}{4} \qquad (23)$$

Equação 23. Cálculo da vazão do fluido após passar pela turbina

$$Q = \frac{2{,}25 \,.\, 3{,}14 \,.\, (0{,}4)^2}{4} = 0{,}28 \ m^3/s$$

Nota-se que houve uma considerável redução na vazão, causada pelo impacto do fluido nas pás da turbina. Todavia, essa situação pode ser equilibrada através de um aumento de potência de funcionamento da bomba hidráulica ou por meio de um maior tempo de funcionamento da mesma, de modo que o abastecimento do reservatório não fique comprometido. É evidente que esta solução deve ser analisada cuidadosamente, tendo em vista que isso levaria a um maior consumo de energia pelas bombas.

CONCLUSÃO

A utilização do sistema de abastecimento de água para a produção de energia elétrica, apesar de ainda pouco explorado, mostrou-se bastante promissor para este tipo de geração, apesar da considerável influência exercida sobre a pressão e a vazão do sistema.

O estudo experimental mostrou que mesmo que o sistema de geração opere em regime variável, o que faz com que haja variações na potência elétrica produzida, a geração de energia é satisfatória. Essa energia produzida é capaz de suprir o consumo mensal de um número considerável de casas, pode ainda ser utilizada para alimentar à própria subestação ou partes dela, ou ainda ser comercializada com a concessionária de energia local, gerando assim uma economia financeira significativa.

REFERÊNCIAS

[1] FAPESP - FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO; ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. **Um futuro com energia sustentável: Iluminando o caminho**. São Paulo: FAPESP. p. 15-58, 2010.

[2] MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA; EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Demanda de energia 2050**. Rio de Janeiro: EPE. p. 7-10, 2014.

[3] CELESTINO V; JULIÃO R. Modelagem conceitual para identificação de áreas com potencial para geração de energia por fonte renovável. **R. Geogr. Ordenamento do Território**. v. (SV), n. 9, p. 65-89, jun. 2016. ISSN 2182-1267.

[4] ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília: TDA comunicação. p. 51-106, 2008.

[5] SILVEIRA AD; CARVALHO AP; KUNZLER MT; CAVALCANTE MB; CUNHA SK. Análise do sistema nacional de inovação no setor de energia na perspectiva das políticas públicas brasileiras. **Cad. EBAPE.BR**. v. 14, edição especial, p. 507-526. Rio de Janeiro, jul. 2016. ISSN 1679-3951.

[6] PÉREZ C. Technological dynamism and social inclusion in Latin America: a resource-based production development strategy. **Cepal review**. v. (SV), n. 100, p. 121-141, abr. 2010. LC/G.2442-P.

[7] BARBIERI JC. Gestão ambiental e empresarial. In: BARBIERI JC. **Gestão ambiental e empresarial**. 2.ed. São Paulo: Saraiva. p. 113-114, 2007.

[8] SILVA MJG; ARAÚJO CS; BEZERRA STM; ARNAUD S; SOUTO CR; GOMES HP. Sistema de controle adaptativo aplicado a um sistema de distribuição de água com ênfase na eficiência energética. **A. bras. Enge. Sanit. Ambiental**. v. 20, n. 3, p. 405-413, set. 2015. ISSN 1413-4152.

[9] CAMBOIM WLL; SILVA AS; GOMES HP. Aplicação de técnica Fuzzy no controle de pressão em sistemas de abastecimento de água. **A. bras. Enge. Sanit. Ambiental**. v. 19, n. 1, p. 67-77, mar. 2014. ISSN 1413-4152.

[10] PERRONI BLT; CARVALHO JA; FARIA LC. Velocidade econômica de escoamento e custos de energia de bombeamento. **A. bras. Enge. Agrícola**. v. 31, n. 3, p. 487-496, jun. 2011. ISSN 0100-6916.

[11] TOMAZ P. Previsão de consumo de água In: TOMAZ P. **Previsão de consumo**. 1.ed. São Paulo: Navegar. p. 13, 2000.

[12] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. NBR 12218. Rio de Janeiro: ABNT. P. 3, 1994.

[13] BISTAFA SR. Mecânica dos fluidos. In: BISTAFA SR. **Fluidos em movimento**. 5.ed. São Paulo: Blucher. p. 45, 2010.

[14] COSTA AS. Turbinas hidráulicas e condutos forçados. **Universidade Federal de Santa Catarina**. Florianópolis, Brasil, 2003.

[15] MACINTYRE AJ. **Máquinas Motrizes Hidráulicas**. Rio de Janeiro, Guanabara Dois, 1983.

[16] INSTITUTO DE FÍSICA DA URFGS. **Potência real após passar por uma caixa de redução mecânica da frequência de rotação**. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/cref/?area=questions&id=1587>. Acessado em: 03/09/2017.

[17] FOX RW; PRITCHAR PJ; MCDONALD AT. Introdução à mecânica dos fluidos. In: FOX RW; PRITCHAR PJ; MCDONALD AT. **Máquinas de fluxo.** 8.ed. Rio de Janeiro: LTC. p. 500-501, 2014.

[18] BRAN R; SOUZA Z. Máquinas de fluxo. In: BRAN R; SOUZA Z. **Cálculo de uma turbina tipo Francis**. 2.ed. Rio de Janeiro: Ao livro técnico s/a. p. 184-185, 1984.

[19] PEREIRA JC. **Motores e geradores**: **princípios de funcionamento, instalação, operação e manutenção de grupos diesel geradores.**.Apostila [internet] Disponível em http://www.mecanica.ufrgs.br/mmotor/apostila.pdf Acessado em 04/09/2017.

Utilização de visão computacional para detecção de posicionamento e desvios de veículos autônomos em faixas de rolagem

LAZARO Marcos A[1]; BARBOZA Thaislane F[2]; RAFALSKI Jadson P[3]; CAMPOS Rafael M[4]

RESUMO

Introdução. A visão computacional como aumento da tecnologia no meio veicular promove uma facilidade na direção e detecção de objetos e faixas, proporcionando ao motorista melhor desempenho, segurança e confiabilidade ao dirigir. O avanço dessa tecnologia vem atraindo diversos estudos na área de robótica devido à visão computacional nos atribuir funções em tempo real através de imagens, com uso de softwares e desenvolvimento de algoritmos. **Objetivo.** Desenvolver um sistema avançado de assistência ao condutor veicular utilizando visão computacional. **Método.**Foramanalisadas imagens de vídeo extraídas da internet para utilização de ambientes simulados, que serão simuladas através do software Matlab. Não considerando a detecção de placas de sinalização de trânsito e de limites de velocidade das vias. O uso das imagens proporcionou a detecção de faixas, realizando através do Matlab o processamento das imagens e executando os algoritmos que foram desenvolvidos para detecção do posicionamento do veículo e das faixas contínuas e tracejadas nas vias. As informações processadas trouxeram o resultado dos testes apresentando a possível eficácia do desenvolvimento proposto, podendo ser implementado no controle autônomo através do estudo testado. **Resultado.**O algoritmo proposto passou por testes com uso de dados reais, através de imagens retiradas da internet. Desconsiderando distorções laterais da lente e a calibração da câmera, foram analisados dados aproximados. Através de adaptações, foi possível identificar, medir distâncias e detectar mudanças de faixas através do algoritmo. Durante as simulações, foram notados erros de detecção devido à presença de faixas de pedestres ou carros de terceiros no percurso, obstruído assim a visibilidade das faixas de rolagem da pista. Os erros encontrados por motivos da faixa de pedestres ocorreram com baixa freqüência, pois em sua maioria das vezes o algoritmo funciona mesmo com encontro das faixas de pedestres. O maior problema encontrado no percurso foram os carros de terceiros em pista. Entretanto, o foco foi apenas nas faixas de rolagem. A partir do total de 3256 frames, 3% (109 frames) de erros na identificação das duas faixas simultaneamente. Ou seja, o algoritmo não identificou nenhuma das duas faixas em alguns momentos. A porcentagem de 7% de erros, que representa 231 frames, não identificou a faixa da esquerda. E 25% de erros, que representa 809 frames, não identificou a faixa da direita. Por fim, 65% que corresponde a 2107 frames, não identificaram erros. **Conclusão.** O algoritmo proporcionouuma função para um automóvel que trabalhe de maneira autônoma. Utilizando imagens de vídeo e aplicando técnicas de processamento de imagens, foi possível identificar as faixas de rolagem da pista. O sistema de visão computacional trabalhado foi satisfatório, gerando resultados com alguns erros que podem ser aprimorados através de novas propostas.
Palavras-chave: visão computacional, controle autônomo, faixas de trânsito.

ABSTRACT

Introduction. Computer vision as an improvement of vehicular technology, promotes an easier driving and object and lanes detection, providing better performance as well a safe and trusty driving. The enhancement of this technology attracts many researches on robotic area due to the benefits and new functions originated by algorithm development. **Objective**. Develop an advanced drive assist system using the computerized view. **Method**. Extracted internet video was used for simulation into Matlab software. The detection of transit plates and traffic lights were not considered. The use of images provided the detection of traffic lanes, performing through Matlab the processing of the images and executing the algorithms developed to detect the positioning of the vehicle and of continuous and dashed lanes in the road. The processed information brought by the tests results showed the possible efficacy of the proposed development and could be implemented in autonomous control through the tested study. **Result**. The proposed algorithm was tested using real data, through images extracted from the Internet. Discarding lateral lens distortions and camera calibration, were analyze the estimated data. It was possible to identify, measure distances and detect switching between the lanes through the algorithm, with some adaptations. During the simulations, detection errors werenoticed because to the presence of crosswalks or third-party cars in the course, partially obstructing the visibility of traffic lanes. The errors found on crosswalk occurred with low frequency, because most of the time the algorithm worked fine, even with these lanes.Third-party cars on traffic lanes caused the biggest problem found in the tests. From the total of 3256 frames, 3% (109 frames) of errors occurred while identifying two lanes simultaneously, that is, the algorithm did not identify any of the two lanes at some time. The miss of identification of the left lane caused the 7% error rate, which represents 231 frames.25% of errors, which represent 809 frames, were caused on the identification of the right lane. **Conclusion**. The algorithm provided a function for avehicle that can work in a semi autonomously way. Using video images and applying image processing techniques, it was possible to identify the traffic lanes on the road. The developed Computational vision algorithmhad satisfactory results, generating results with some errors that can be improved through new proposals.
Keywords: Computer vision, autonomous control, traffic lanes.

INTRODUÇÃO

O avanço da tecnologia com uso da robótica tem atraído nesses últimos anos um público diferenciado. Assim como empresas, pesquisadores de grandes universidades, investidores e consumidores em geral, que buscam por tecnologias e ferramentas de eficácia, eficiência e segurança em robôs e máquinas que trabalhem de maneira autônoma ou com pouca intervenção humana, o investimento para diversos setores se tornou de grande interesse para tais.[1]

Segundo Couto[1], a robótica é uma ciência parcialmente atual, que têm acelerado seu crescimento e conhecimento.

O sistema embarcado e de robótica, com propósitos específicos, pode ser considerado como um sistema computacional, funcionando em modo autônomo. Uma das exigências de sistemas embarcados é de que tenham execução em tempo real, principalmente ao envolver veículos considerados inteligentes devido às funções autônomas ou semiautônomas. [2]

Um robô móvel precisa ter um sistema que o permita se locomover em função do entorno da aplicação. Apesar de diversos robôs terem finalidade industrial, os veículos autônomos têm conquistado grande espaço nas pesquisas científicas. Sua autonomia é determinada pela sua capacidade em perceber o ambiente a se locomover

[1] Aluno do 10º período do curso de Graduação de Engenharia Elétrica com Habilitação em Telecomunicações da Faculdade Novo Milênio, Vila-Velha, ES, Brasil. Técnico em Automação Industrial pela CEDETEC, Cariacica, ES, Brasil.
[2]Aluna do 10º período do curso de Graduação de Engenharia Elétrica com habilitação em Telecomunicações da Faculdade Novo Milênio, Vila-Velha, ES, Brasil.
[3]Bacharel em Sistemas de Informação pela Faculdade Salesiana; Pós Graduação em Computação pela Universidade Federal do Espírito Santo; Professor da Faculdade Novo Milênio.
[4] Cientista da Computação pela Faculdade Vitoriana de Ensino Superior; Especialista em Engenharia de Controle e Instrumentação pela UCL; Professor da Faculdade Novo Milênio.
Email: rmofati@gmail.com
Trabalho de Conclusão de curso de Engenharia Elétrica com Habilitação em Telecomunicações – Faculdade Novo Milênio.
Data de envio para a banca:
Data do aceite:

mediante sensores sonares, câmeras de vídeo, GPS e outras formas.[3]

A história dos carros autônomos iniciou-se em 1977 no Japão, onde foi construído um carro em que seguia as marcas brancas na pista, podendo alcançar até 30 Km/h. Logo, na década de 90, diversas universidades americanas desenvolveram pesquisas nessa área em que envolve veículos autônomos.[4]

São desenvolvidas pesquisas em laboratórios, como por exemplo, no Laboratório de Sistemas de Computação e Robótica (CORO), nas áreas de robótica, visão computacional, processamento de imagens digitais, sistemas integrados de hardware e software, instrumentação e controle por computadores.[5]

Os estudos de veículos autônomos são realizados desde 1970, mostrando a possibilidade de uma tecnologia para o mercado que pode funcionar como uma segurança no trânsito poupando vidas, poupando também o ambiente com a redução da emissão de carbono para atmosfera e também trazendo maior conformidade aos usuários dos veículos autônomos.[6]

Com o crescimento da tecnologia de carros autônomos, hoje tem sido já fabricados carros de luxo que são parcialmente autônomos. Exemplo de função autônoma é o assistente de estacionamento e a frenagem automática, que estão na faixa de valor de R$100 mil no Brasil.[7]

No mercado já foram vendidos carros que dirigem autonomamente em alguns trechos em velocidade baixa e possuindo sistema de navegação com leitura de sinalização. Possuindo sensores a laser e câmeras para monitoramento em tempo real, o sistema funciona quando as faixas na pista se encontram visíveis.[8]

Segundo Fussy[8] a Volvo teve expectativas de vendas de 400 unidades em apenas 2015. Em julho de 2015 11 unidades foram entregues para clientes que compraram pela internet.

Fussy e Oliveira[7] afirmam que marcas como a Honda, Toyota, BMW e Nissan têm expectativas de carros autônomos para serem lançados nas lojas até 2020. Contanto, esses veículos autônomos devem ter relevância nas grandes cidades por volta de 2026, sendo o total vendido em média de 4% no mundo e podendo ter um avanço de 75% até 2035.

No cenário de um aumento significativo de veículos no trânsito, surge a necessidade de sistemas como o de visão computacional para auxílio dos condutores dos veículos. Devido ao aumento dos problemas de difíceis soluções, o investimento em engenharia para segurança, rapidez e eficiência no trânsito tem aumentado.[9]

A segurança para motoristas e também para pedestres se torna mais eficaz com uso de veículos que possuem sistema embarcado e/ou autônomo. O método de segmentação de imagens coletadas pela câmera monocular e de imagens como fundo verdade, com a implementação de algoritmos usando o Software Matlab, é um estudo que traz uma possibilidade econômica do sistema embarcado para definir a área navegável exibindo eficácia ao detectar ruas.[10]

Através da automatização e com a utilização de técnicas que envolvem visão computacional, é possível detectar e avaliar a posição métrica de objetos em cena ou até de pessoas, possibilitando assim a geração automática de eventos em diferentes cenários, informando também a trajetória e a velocidade.[11]

Segundo Stivanello *et al*[11], após imagens serem capturadas e passarem pelas técnicas de segmentação, com agrupamento dos pontos presentes os objetos são isolados podendo ser observados. Envolvendo programação, os algoritmos podem ser executados para que seja possível testes verificando a eficiência no sistema de monitoramento de ambientes inteligentes com uso de visão computacional.

O sistema desenvolvido através do uso de visão computacional é capaz de gerar informações de localização com qualidade de modo que se mantenha um veículo autônomo com a velocidade constante em trechos lineares da via de teste e outra determinada velocidade constante, porém mais baixa do que quando seguindo em linearidade, para vias com trechos que possuam mais curvaturas. Podendo usar novas abordagens de controle de velocidade junto com uso de visão computacional para melhoria nesse tipo de estudo que envolva veículos autônomos.[12]

Através da visão é possível capturar cor, formas, sombra e profundidade de objetos. O uso desse sentido em máquinas para automação industrial visa que a realização de funções ocorra naturalmente.[13]

A concepção é de que o caminho percorrido pelo veículo seja detectado, tendo controle nas mudanças de faixas em tempo real. O controle do veículo a partir de resultados obtidos nas imagens de vídeo extraídas da internet, coletadas através de uma câmera, possibilitará que o veículo funcione de maneira melhor, proporcionando ao motorista maior confiabilidade ao dirigir contando que o sistema autônomo vai detectar as vias trafegadas podendo reagir a situações em que o algoritmo detecte algum tipo de perigo.

O principal objetivo deste estudo é desenvolver um sistema avançado de assistência ao condutor veicular utilizando visão computacional.

MATERIAIS E MÉTODOS

Proposta descritiva de caráter qualitativo e quantitativo, desenvolvido em ambiente virtual para vias de estrutura física que possua pavimentação, assim como as vias que possuem sinalização de faixas de trânsito adequadas e boa iluminação. Iniciando a realização e testes no período de junho e finalizando em outubro de 2017.

Foram inclusas imagens de vídeo produzidas por terceiros, para utilização de simulação através do Matlab.

A detecção de placas de trânsito como as de limite de velocidade, as de sinalização vertical e os sinais luminosos, foram excluídas do projeto.

O sistema ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) é um sistema desenvolvido para automatizar um veículo dando apoio ao motorista com melhor condução e segurança, utilizando diversos tipos de dispositivos para executar sua tarefa, como por exemplo, radares, câmeras, sensores, etc.[14]

Através do uso do software MATLAB R2017a,foi realizado o processamento das imagens, tratando-as e executando os algoritmos que foram desenvolvidos. Assim, detectando o posicionamento do veículo em relação às faixas de trânsito da via.

A captura foi obtida através de um equipamento de gravação em formato de cores RGB, em seguida as imagens capturadas foram submetidas a um determinado filtro de cor e também a uma calibração onde é determinado o ponto focal da câmera, podendo ser realizado o processo de segmentação.[15]

O processamento das imagens ocorre frame a frame, necessitando de maior capacidade de processamento da CPU. O processo é realizado por uma matriz que é criada a partir do vídeo, tendo a altura H, largura W e o número da banda de cor B. Conforme o arquivo de vídeo pode-se ter uma classe específica de dados. Quando se tem um vídeo que 8 bits correspondem a quantidade de cada uma das 3 faixas de banda da imagem, seu formato é dito como RGB24 e o arquivo uma matriz.[16]

Calibração de câmera

As imagens usadas foram capturadas por uma terceira pessoa, que disponibilizou as imagens via endereço eletrônico. Não sendo dispensável nesse processo, a calibração da câmera. A calibração é premissa necessária no processamento de imagens, para extração de informações métricas do ambiente. Assim como a distância focal, o ponto principal, o tamanho da imagem e dentre outros fatores que foram importantes na configuração de parâmetros internos do algoritmo.[17]

Foram utilizadas informações métricas 2D, ao invés de 3D ou puramente implícita. Sendo a proposta entre a calibração fotogramétrica e a auto calibração (self-calibration).

O modelo da câmera pinhole é baseado no princípio da colinearidade, em que cada ponto no espaço do objeto é projetado por uma linha direta através do centro de projeção no plano da imagem.[18]

O algoritmo de Calibração assumiu o modelo matemático de câmera pinhole. Zhang[17] desenvolveu uma equação que relaciona um ponto 3D a sua projeção de imagem 2D como:

$$w[x\ y\ 1] = [X\ Y\ Z\ 1][R\ t]K \qquad (1)$$

Equação1. Relação do ponto 3D à projeção de imagem 2D
[xy1] = coordenadas 2D (espaço imagem) correspondente aos pixels;
[XYZ1] = coordenadas 3D (espaço objeto) do espaço real da cena. Eixos X e Y paralelo sistema fiducial e Z perpendicular a lente e/ou câmera;
[Rt] = parâmetros extrínsecos / rotação e translação que relaciona o sistema de coordenadas 2D com o sistema 3D;
w = fator de escala arbitrário;
t = coordenada de translação;
K = matriz de parâmetro intrínseca da câmera.

K é dada pela matriz:

$$\begin{pmatrix} fx & 0 & 0 \\ s & fy & 0 \\ cx & cy & 1 \end{pmatrix} \qquad (2)$$

Equação 2. Matriz de parâmetro intrínseca da câmera
fx = F*Sx, expresso em pixels;
fy = F*Sy, expresso em pixels;
[cx, cy] = centro ótico ou o ponto principal, em pixel;
F = distância focal do sistema 3D (espaço objeto), geralmente expressa em milímetros;
[Sx, Sy] = números de pixels no sistema 3D (espaço objeto) na direção x e y respectivamente.

Quando os eixos x e y são perpendiculares o parâmetro de inclinação é igual a 0.

A calibração é relaciona por métodos matemáticos o sistema de coordenadas 2D, chamado de espaço imagem, com o sistema de coordenadas 3D, chamado de espaço objeto. O sistema 2D proporciona o índice de pixel e coordenadas espaciais que especificaram locais na imagem através da região de localização do pixel.[19]

Coordenadas 2D – espaço imagem

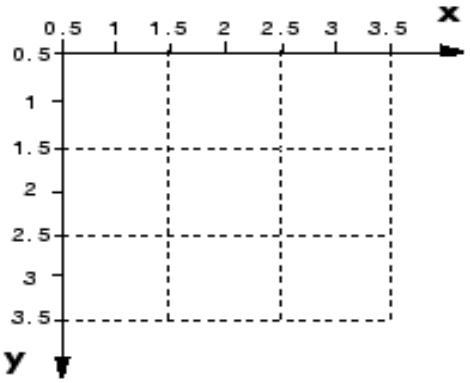


Figura 1: Valores expressos em pixel na representação do espaço imagem através das coordenadas 2D. Fonte: Adaptada de MathWorks[19].

Com as coordenadas 3D foi obtido em três dimensões o posicionamento do objeto, baseando nos padrões de calibração em relação a um ponto na cena. Neste caso, têm-se o tabuleiro de damas, onde o Y e X encontram-se paralelos ao objeto e Z é sua distância.

Coordenadas 3D – espaço objeto

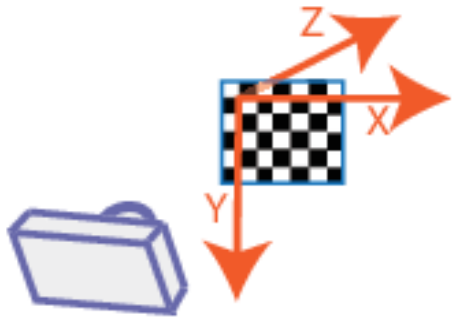


Figura 2: Representação dos eixos em 3D no espaço objeto, com a câmera apontada em direção ao espaço imagem e eixos x, y e z. Fonte: MathWorks[19].

Na captura de imagens, foram respeitados padrões intrínsecos pelo algoritmo, como:

Cerca de 10 a 20 imagens são capturadas e o padrão foi estabelecido próximo ao objeto de desejo a se medir. Foi posicionado o padrão em um ângulo inferior a 45º em relação ao plano da câmera e capturado em diferentes posições em relação à câmera, até que cobrisse toda cena possível de diferentes formas.

Processo de calibração

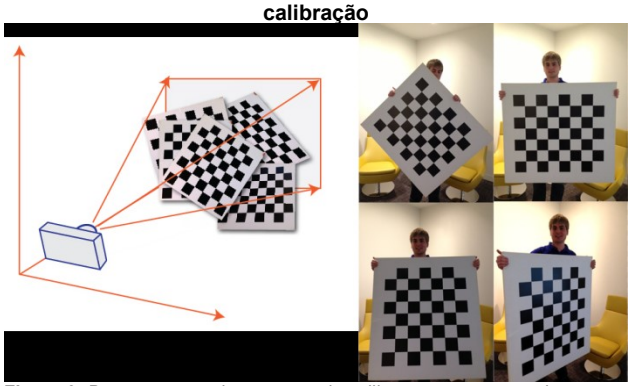


Figura 3: Demonstração do processo de calibração com espaço imagem e a representação da câmera apontada em direção ao espaço imagem e seus eixos, cobrindo todo ângulo. Fonte: MathWorks[19].

Através do processo de calibração da câmera, foi possível estabelecer parâmetros necessários para prosseguir com algoritmo proposto.

Transformação projetiva

Segundo Penharbel *et al*[15] com a segmentação de imagens são utilizadas técnicas matemáticas para a localização e mapeamento. Podendo ser utilizada essa técnica de segmentação de imagens também em caso de projetos para veículos autônomos. Através do processo para adquirir as imagens, necessitou-se do processo da coleta de variáveis, o que obteve o posicionamento do veículo, para que houvesse mudanças de faixas. O processo foi realizado por matrizes criadas a partir das imagens de vídeo.

Foram utilizadas imagens de vídeos para detecção de faixas de rolamento, retiradas do Youtube, que foram produzidas pelo autor Felipe Cunha na cidade de João Pessoa, na orla de Cabo Branco. As imagens foram capturadas em um carro, com o uso de uma câmera de vídeo GoPro, posicionada sobre o teto do veículo podendo posteriormente ser instalada no interior do mesmo. [20]

Com as imagens capturadas, um dos procedimentos foi definição do parâmetro focal de coordenadas da câmera, para que fosse possível o mapeamento do caminho de forma plana.[21]

A transformação projetiva é denominada como homografia. Capaz de mapear um plano para outro, sendo possível assim, tornar as imagens coplanares.[22]

Através dos dados obtidos pela calibração da câmera, a transformação projetiva relaciona coordenada de imagens com as coordenadas do veículo, estimando a distância em uma superfície através das imagens captadas pela câmera.

Foi utilizado o método de ângulo denominado como “Pitch”, formulado por Leonard Euler. Os ângulos de Euler permitem a rotação vertical na cena, devido o controle do ângulo entre o plano horizontal e o eixo focal da câmera.[23]

Abaixo pode observar um exemplo em que Yw é a frente da câmera (o eixo focal da câmera), α o ângulo, h a altura definida e o -Zw aponta para o chão.

Eixo focal da câmera

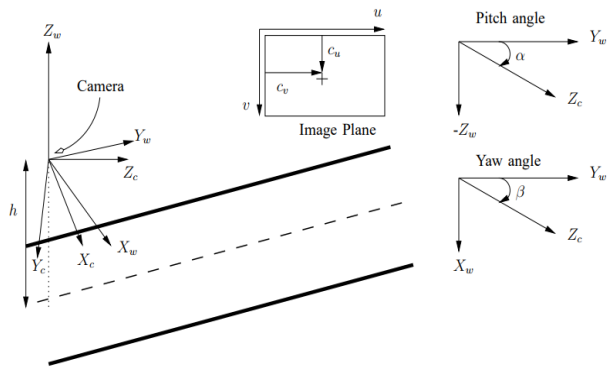


Figura 4: Demonstração da via, da posição da câmera e dos respectivos eixos x, y e z com a representação do ângulo de alcance da câmera. Fonte: Aly[23].

Para cada eixo (x, y, z) é dada a matriz de rotação.

$$Rx = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & -\sin\theta \\ 0 & \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}; \quad (3)$$

Equação 3. Matriz de rotação do eixo x
Rx = rotação da matriz do eixo x.

$$Ry = \begin{pmatrix} \cos\beta & 0 & \sin\beta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\beta & 0 & \cos\beta \end{pmatrix} \quad (4)$$

Equação 4. Matriz de rotação do eixo y
Ry = rotação da matriz do eixo y.

$$Rz = \begin{pmatrix} \cos\gamma & -\sin\gamma & 0 \\ \sin\gamma & \cos\gamma & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (5)$$

Equação 5. Matriz de rotação do eixo z
Rz = rotação da matriz do eixo z.

Segundo Zhang[17], a relação homográfica entre o modelo plano e sua imagem, ao assumir o plano Z=0 das coordenadas reais, usa-se a primeira coluna da matriz R da fórmula 1. Logo, temos:

$$w[u\ v\ 1] = K[r1\ r2\ r3\ t][X\ Y\ 0\ 1]$$
$$w[u\ v\ 1] = K[r1\ r2\ t][X\ Y\ 1] \quad (6)$$

Equação 6. Transformação projetiva da imagem
w = fator de escala arbitrário;
[u v 1] = matriz de pontos 2D;
[X Y 0 1] = Matriz de pontos 3D;
K = matriz de parâmetro intrínseca da câmera;
r1 = elemento da matriz de rotação Rx, Ry ou Rz;
r2 = elemento da matriz de rotação Rx, Ry ou Rz;
r3 = elemento da matriz de rotação Rx, Ry ou Rz;
t = coordenada de translação.

Ao utilizar M=[X, Y, Z], denota-se um ponto específico no plano. Porém, foi considerado M=[X Y 0], pois Z é igual a 0. Por sua vez, temos M_2= [X, Y, 1]. Um plano M e sua imagem m=[u v 1], estão relacionados por uma homografia H.

$$w * m = H * M_2 \rightarrow w[u\ v\ 1] = H[X\ Y\ 1] \quad (7)$$

Equação 7. Homografia entre plano e imagem
w = fator de escala arbitrário;
[u v 1] = m = matriz de pontos 2D;
H = homografia;
[X Y 1] = M_2= Matriz de pontos 3D.

Podemos dizer que,

$$H = K\,[r1\ r2\ t], H = (h1\quad h2\quad h3) \quad (8)$$

Equação 8. Homografia entre plano e imagem
H = homografia;
r1 = elemento da matriz de rotação Rx, Ryou Rz;
r2 = elemento da matriz de rotação Rx, Ry ou Rz;
t = coordenada de translação.

Logo,

$$(h1\quad h2\quad h3) = \lambda * K\,[r1\ r2\ t] \quad (9)$$

Equação 9. Homografia entre plano e imagem
h1 = elemento da matriz H;
h2 = elemento da matriz H;
h3 = elemento da matriz H;
λ = escala arbitrária;
K = matriz de parâmetro intrínseca da câmera;
r1 = elemento da matriz de rotação Rx, Ry ou Rz;
r2 = elemento da matriz de rotação Rx, Ry ouRz;
t = coordenada de translação.

Visão de cima (Bird-Eye View)

A partir dos dados da matriz homográfica, foi possível gerar uma visão 2D de cima da rodovia para melhor segmentação das faixas de rolagem.

Esse método de segmentação e detecção de faixas envolve um maior custo computacional, porém se tem mais vantagem em sua percepção de espessura e outras faixas paralelas na via. À medida que a distância aumenta a imagem fica mais embaçada devido à perda de resolução e limitação da câmera.

Esse método é também conhecido como IPM (Inverse Perspective Mapping), consiste na modificação do ângulo de visão sob o qual uma cena é adquirida para remover o efeito de perspectiva. Essa transformação, na prática, define os ângulos de rotação e inclinação para os valores normais no plano n. Logo, têm-se o eixo focal Zv da ''câmera virtual'' Cv oposto ao plano n.Zv=-1, como demonstrado na figura 5.[24]

Transformação IPM

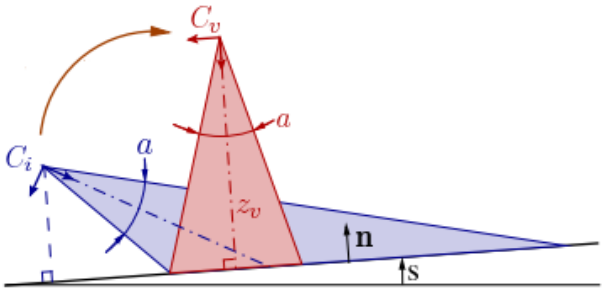


Figura 5: Vista superior do ângulo da região de interesse. Fonte: Simond[24].

Chamada de Bird-Eye View, em tradução livre de Vista de Pássaro devido a visualização ser de cima da região de interesse da rodovia.

A região de interesse delimita na cena o que foi necessário para a segmentação das faixas, eliminando as calçadas, veículos laterais, etc. Alguns parâmetros foram passados para o algoritmo, como as distâncias máximas e mínimas a frente da câmera, distâncias laterais e o tamanho da imagem de saída, ilustrados pelo losango amarelo da imagem.

Teste de região de interesse na Bird-Eye view

Figura 6: Imagem de teste com carro na via e a visão/ângulo da câmera localizada no carro. Fonte: Adaptado de Cunha[20].

A imagem transformada para vista aérea é trabalhada em escala de cinza (grayscale) eliminando sua cor original (RGB) e logo em seguida aplicada um método que filtra os pontos de maior intensidade de contraste possibilitando mapear as bordas características das faixas na superfície da estrada, mostrado a seguir.[25]

Os valores de pixels das imagens em diferentes escalas de cinza, assumem intensidade em 256 valores inteiros entre o 0 que simboliza a cor preta e entre o valor 255 que simboliza a cor branca.[26]

Segundo Backes e Sá Junior[26], os pixels de uma imagem binarizada possuem duas intensidades, simulando a cor branca e a cor preta.

Método de segmentação

Na etapa de segmentação, a imagem transformada nos procedimentos anteriores é segmentada através de um classificador Bayesiano, que utiliza um modelo paramétrico de probabilidade de um objeto pertencer a uma determinada classe, em outras palavras, teremos uma imagem binária, com valores de cores de 1 e 0 apenas.

Segmentação de faixas na rodovia

Figura 7: Processo de segmentação da imagem das faixas da rodovia. Fonte: Adaptado de Cunha[20].

Os pixels são classificados como partes de pavimentos, faixas, objetos escuros ou elementos desconhecidos não classificáveis como qualquer um dos anteriores.[27]

Na segmentação da imagem, são fornecidas descrições utilizando informações obtidas da cena, possibilitando a identificação do tipo de faixa.

Devido o algoritmo de segmentação ser baseado na teoria Bayesiana, há três elementos de interesse na região da imagem definido: a pavimentação, faixas e outros objetos (sombras, veículos, etc.). Sendo assim, os pixels são classificados a um dos elementos citados de forma mais rigorosa, podendo assim descartar aqueles não correspondentes as classificações determinadas e evitando faixas mal desenhadas.

Segundo Nieto *et al*[27], o método Bayesiano é demonstrado sendo S = {P, L, O, U}, sendo um conjunto de classe que representa o pavimento, as faixas, objetos e os elementos não identificados, respectivamente. Atribuindo assim uma classe a cada pixel da imagem.

É usado Xi para representar o indexamento de pixel dentro de suas coordenadas espaciais (x,y) na imagem, com um vetor de observação denotado como Zxy, este é classificado como i ∈ S. Através do uso da teoria Bayesiana, a classificação é feita selecionando a classe que demonstra a probabilidade condicional P(Xi | Zxy), decomposto pela regra de Bayes:

$$P(Xi|Zxy) = \frac{p(Zxy|Xi)\,P(Xi)}{P(Zxy)} \qquad (10)$$

Equação 10. Decisão Bayesiana
$p(Zxy|Xi)\,P(Xi)$= função de verossimilhança ou probabilidade de um pixel de acordo com a medições associadas pertencer à classe i;
p(Xi) = probabilidade anterior de cada classe;
p(Zxi) = evidencia.

P(Zxy) é a evidência calculada como $P\,(Zxy) = \sum_{i \in S} p(Zxy|Xi)\,P(Xi)$, um fator de escala que garante a soma das unidades posteriores.

O resultado para cada pixel é um conjunto de probabilidade posteriores $\{P(Xi|Zxy)\}_{i\in S}$, que denotam a probabilidade de que um pixel pertence a cada classe definida. [27]

Na figura 7, os pixels foram diferenciados de acordo com sua classificação. Sendo assim os pixels brancos as faixas da rodovia e os pixels pretos não classificados.

As classes encontradas na imagem como o pavimento, as faixas e outros objetos na rodovia, são diferenciadas a partir da sua intensidade ou nível de escala de cinza representado por Ixy. E o resultado do detector da classe principal, as faixas, representados por Lxy. Nieto *et al*[27] explica que a junção desses recursos garante a melhor diferenciação de classes, principalmente para a classe que define as faixas da rodovia. Logo, define a função de verossimilhança da classe i, como o produto das funções de verossimilhança para cada função da imagem identificada como condicional independente.

$$P(Zxy|Xi) = p(Ixy|Xi)p(Lxy|Xi) \quad (11)$$

Equação 11. Decisão Bayesiana
p(Zxy) = somatória do valor de escala;
Ixy = valor do nível de escala de cinza;
Lxy = valor do detector das faixas.
i = classe de verossimilhança.

Marcador de faixa

Baseia-se o processo de detecção de faixas no algoritmo RANSAC (Random sample consensus), proposto por Martin A. Fischler e Robert C. Bolles em 1981.

O algoritmo RANSAC é ideal para aplicações automatizadas de imagens, por interpretar dados contendo erros significativos. Ele utiliza abordagem iterativa que estima parâmetros de um modelo matemático para extração dos inliers e outliers de um conjunto de pontos chaves.[28]

Inliers são pontos que se ajustam com um determinado modelo desejado e outliers não se ajustam ao modelo correspondente ao objeto desejado. Ambos possuem uma faixa de tolerância de erro.[29]

O procedimento RANSAC é oposto às técnicas convencionais que utilizam a maior parte de dados possíveis para obter solução inicial, só depois eliminando os outlier, os dados inválidos. O RANSAC usa um conjunto inicial de dados na primeira estimativa, ampliando o conjunto de pontos de dados consistente conforme o decorrer do processo.[27]

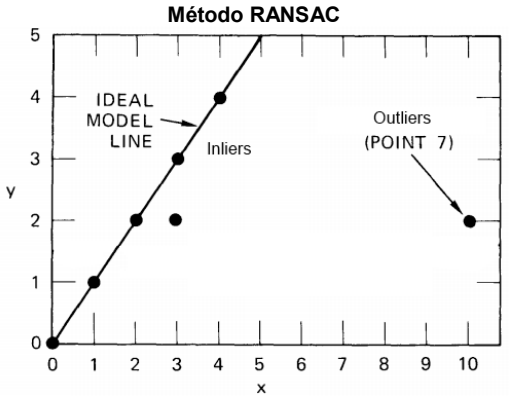


Figura 8: Gráfico de Inliers e Outliers de acordo com método RANSAC. Fonte: Fischler e Bolles[28].

A aplicação do RANSAC é descrita como a matriz fundamental de estimativa. As matrizes fundamentais putativas são calculadas por conjuntos aleatórios de sete correspondências de pontos, formando uma matriz de dados a partir das correspondências (x,y).[30]

$$Z = \begin{pmatrix} x'_1x'_1 & x'_1y_1 & x'_1y'_1x_1 & y'_1y_1 & y'_1x_1 & y_1 & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots\ \vdots & \vdots & \vdots\ \vdots & \vdots & \\ x'_7x'_7 & x'_7y_7 & x'_7y'_7x_7 & y'_7y_7 & y'_7x_7 & y_7 & 1 \end{pmatrix} \quad (12)$$

Equação 12. Matriz fundamental do método RANSAC
Z = valor da matriz putativa;
x' = valores de Outliers;
y' = valores de Inliers.

Tendo a solução F obtida no espaço nulo bidimensional de Z, f1 e f2 são obtidos de dois vetores do lado direito da matriz Z que forma uma base ortogonal para o espaço nulo. U1 e U2 são as matrizes 3x3 que representam f1 e f2. Nas três matrizes fundamentais F_l, o $l = 1,2,3$ pode ser obtido a partir da equação $F_l = \alpha U1 + (1-\alpha)U2$. As três soluções são testadas para suporte, repetindo em diversos conjuntos aleatórios e a matriz fundamental com maior suporte é aceita.

O resultado é um conjunto de correspondências consistentes com a matriz fundamental e um conjunto de outliers, essas correspondências fornecem duas restrições, $V_1^T h = 0$ e $V_2^T h = 0$.Onde:

$$V_1 = (x\ y\ 1\ 0\ 0\ 0\ -xx'\ -yx'\ -x') \quad (13)$$

Equação 13. Restrições de correspondências
V_1 = restrição de parâmetros;
X e y = elementos da matriz fundamental e outliers.

$$V_2 = (0\ 0\ 0\ x\ y\ 1\ -xy'\ -yy'\ -y') \quad (14)$$

Equação 14. Restrições de correspondências
V_2 = restrição de parâmetros;
X e y = elementos da matriz fundamental e outliers.

As matrizes fundamentais F_1, F_2 e F_3, formadas a partir de Z (equação 12), são utilizadas para gerar a superfície crítica. Em relação às amostras utilizadas, Torr e Zisserman[29] sugerem que um número m de amostras seja alto suficiente para uma probabilidade γser superior a 95% de seleção de uma boa subamostra. Essa probabilidade γ podeser expressa por:

$$\gamma = 1 - (1 - (1-\epsilon)^p)^m \quad (15)$$

Equação 15. Probabilidadeγ
ϵ = fração de dados contaminados (outliers);
p = quantidade de características em cada amostra;
m = número de amostras.

Quando uma fração de dados contaminada é desconhecida, é estimado o pior caso de nível de contaminação para determinar o número de amostras a serem consideradas.

Baseando-se no método RANSAC, Torr e Zisserman[30] proporam uma melhora do algoritmo ao identificarem problemas como, se o limiar T que considera os inliers (pontos de amostras)forem altos, a estimativa robusta se torna baixa. Logo, o RANSAC encontra o mínimo de uma função de custo que é expressa por:

$$C = \sum_i p\left(e_i^2\right) \tag{16}$$

Equação 16. Função de custo
e= erro de número de correspondências iniciais;
p = erro robusto.

Onde,

$$p(e^2) = \begin{cases} 0 & e^2 < T^2 \\ \text{constante} & e^2 \geq T^2 \end{cases} \tag{17}$$

Equação 17. Elemento da função de custo
T=Filtro ou estimativa para os inliers.

Segundo Torr e Zisserman[30], nada se é classificado pelos inliers e cada outliers é uma penalidade constante. Logo, o valor de T^2 mais alto pode ser soluções de valor próximo a C, assim gerando uma estimativa baixa. Tendo assim as soluções o mesmo custo das correspondências, tornando-as inliers. Podendo ser aplicada uma solução sem custos adicionaissem precisar do mínimo de C, podendo uma nova função de custo e ser expressa:

$$C_2 = \sum_i p_2\left(e_i^2\right) \tag{18}$$

Equação 18. Função de custo minimizada
C_2 = valor da função minimizada;
$p2$ = erro robusto;
e = erro de número de correspondências iniciais.

Onde,

$$p_2(e^2) = \begin{cases} e^2 e^2 < T^2 \\ T^2 e^2 \geq T^2 \end{cases} \tag{19}$$

Equação 19. Elemento da função de custo
$p2$ = erro robusto;
e = erro de número de correspondências iniciais;
T = filtro ou estimativa para os inliers.

Os outliers ainda recebem uma penalidade fixa, porém os índices são mais pontuados na amostra. O $T^2 = 1{,}96\sigma$ é definido para que os inliers gaussianos sejam rejeitos erroneamente apenas 5% do tempo.

Esse novo método é chamado como MSAC (M-estimator sample consensus). Um aperfeiçoamento no método RANSAC, sem carga computacional adicional, o MSAC é utilizado para a proposta deste artigo.

Torr e Zisserman[30] descrevemβ como um parâmetro de mistura -L usando a Maximização de Expectativa (ME), inserindo um conjunto de indicadores: $n_i, i = 1 \ldots n$, onde $n_i = 1$ se a primeira correspondência for um inliers e $n_i = 0$ se a primeira correspondência for um outliers.

O método segue etapas tratando o n_i como um dado ausente, segue os processos de: (1) Ser feita uma suposição para β; (2) Estimar uma expectativa de n_i da suposição atual de β; (3) Realizar uma nova estimativa de β da expectativa atual de n_i, assim retornando para etapa 2.

A estimativa inicial da etapa 1 e de $\beta = \frac{1}{2}$ para a etapa 2, é indicada pelo valor esperado de$n_i$por z_i. Logo, temos $Pr(n_i = 1|\beta) = z_i$, onde β pode ser estimado como:

$$Pr(n_i = 1|\beta) = \frac{P_i}{P_i + P_o} \tag{20}$$

Equação 20. Estimativa β
β= parâmetro de mistura;
P_i= probabilidade de inliers;
P_0= probabilidade de outliers;
n_i= indicador de inliers ou outliers.

$$Pr(n_i = 1|\beta) = 1 - z_i \tag{21}$$

Equação 21. Estimativa β
z_i= valor denotado de n_i .

$$p_i = \beta\left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}}\right)^k \exp\left(-\left(\sum_{j=1,2}\left(\underline{x_i^j} - x_i^j\right)^2 + \left(\underline{y_i^j} - y_i^j\right)^2\right) /(2\sigma^2)\right) \tag{22}$$

Equação 22. Probabilidade de o dado ser inliers
P_i= probabilidade de inliers;
β= parâmetro de mistura.

$$p_0 = (1 - \beta) = \frac{1}{v} \tag{23}$$

Equação 23. Probabilidade de o dado ser outliers
P_0 = probabilidade de outliers;
β= parâmetro de mistura.

Logo, para a etapa 3 temos:

$$\beta = \frac{1}{n}\sum_i z_i \tag{24}$$

Equação 24. Parâmetro de mistura
β= parâmetro de mistura;
z_i = valor denotado de n_i .

Sendo o método proposto por Torr e Zisserman[30], no qual o algoritmo do presente artigo se baseou a saída do MLESAC (ou MSAC) assim como a do RANSAC, é uma estimativa inicial em relação à probabilidade de cada correspondência ser consistente com a mesma.

Etapas do processo de segmentação

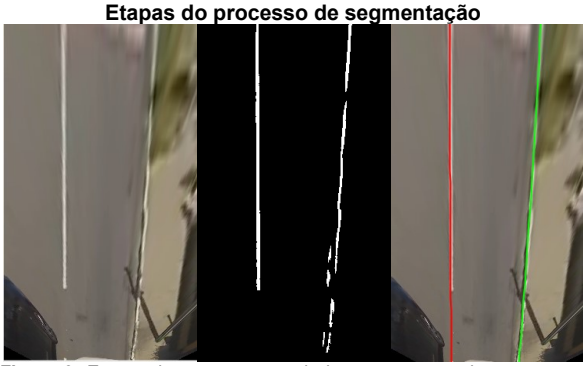


Figura 9: Etapas de segmentação da imagem para aprimoramento e uso nos testes. Fonte: Adaptado de Cunha[20].

Identificação de faixa

Na identificação de faixas usou-se uma função externa simples que trabalhou em cima dos pontos de localização das faixas extraído pelo método MSAC. Na figura 10 pode observar que os valores dos pontos de localização nas faixas contínuas, são próximos um do outro.

Pontos de localização das faixas

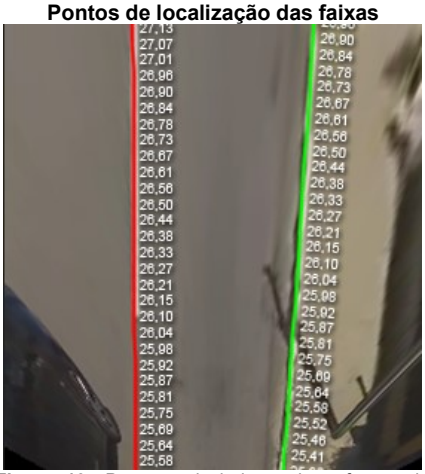


Figura 10: Pontos calculados pelo software de localização das faixas. Fonte: Adaptado de Cunha[20].

A função organizou e retirou os números repetidos da matriz, calculando a diferença entre um ponto e o seu sucessor. Por exemplo, na faixa vermelha (27,13-27,07=0,06; 27,07-27,01=0,06), como os valores eram próximos, o resultado foi quase que desprezível.

Os resultados foram utilizados para somatória dos cálculos de média e de desvio padrão. Quanto menor foi do 1 essa somatória, indicou uma média de desvio padrão baixo devido a correspondência de valores aproximados na amostra. Sabendo assim que a faixa é contínua.

$$\bar{x} = \frac{0{,}05+0{,}06+\ 0{,}06+0{,}06}{4} = 0{,}0575 \qquad (25)$$

Equação 25. Média

$\bar{x}$ = valor diferença entre a amostra e sua sucessora.

Logo,

$$Desvio = \sqrt{\frac{\sum |x-\bar{x}|^2}{n}} \qquad (26)$$

$$Desvio = 0{,}005$$

Equação 26. Desvio padrão

x = valor de cada amostra;

n = número de amostras.

O valor resultado do desvio mostrado através do cálculo da equação 26 mostra que o desvio é desprezível.

Os valores de $\bar{x}$ são referentes à diferença entre a amostra anterior e seu sucessor exemplo:$[A_1 - A_2]$; $[A_2 - A_3]$; $[A_3 - A_4] \dots [A_n - A_{n+1}]$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O algoritmo proposto passou por testes com uso de dados reais, através de imagens retiradas da internet. Desconsiderando distorções laterais da lente e a calibração da câmera, foram analisados dados aproximados.

Através de adaptações, foi possível identificar, medir distâncias e detectar mudanças de faixas através do algoritmo.

Na figura 11 é possível observar informações de HUD (do inglês Heads UP Display, que quer dizer tela de alerta) extraídas da detecção das faixas.

Identificação de distância em porcentagem das faixas

Figura 11: Distância em porcentagem do eixo da câmera para as faixas sinalizadas. Fonte: Adaptado de Cunha[20].

A sinalização horizontal (faixas contínuas e/ou tracejadas) são símbolos pintados sobre as vias, com objetivo de organizar com segurança o fluxo dos veículos. Logo, a importância de adaptações tecnológicas que leiam essas faixas proporciona a orientação do deslocamento dos veículos com segurança.[32]

As medidas em amarelo mostram em porcentagem a distância de cada faixa em relação ao eixo da câmera localizada no centro do veículo, neste caso o carro está 17% mais próximo à faixa da esquerda. A barra verde mais a baixo da figura 12 simboliza a intensidade e o lado de deslocamento do veículo.

Identificação da mudança de faixa

Figura 12: Aviso durante o teste da porcentagem de desvio de faixa. Fonte: Adaptado de Cunha[20].

A importância do HUD é de que seja possível o monitoramento visual das atividades ao decorrer das detecções das faixas ao longo da via.[33]

Foi possível expressar um aviso de mudança de faixa com base nas informações de distância destacadas em amarelo, de acordo com a figura 12, exibindo que o eixo da imagem se aproxima da faixa. Logo, a partir das informações seria também possível a criação de um sistema de controle PID (Proporcional, Integral, Derivativo).

PID é o algoritmo de controle usado na indústria e tem sido utilizado em todo mundo para sistemas de controle industrial. O controlador PID baseia-se na leitura de sensores, calculando respostas de saída do atuador através do cálculo proporcional, integral e derivativo, somando os três componentes para resultado da saída. [31]

O sistema PID quando alimentado com os parâmetros de posicionamento do veículo no centro da faixa, pode atuar um controle mecânico de direção, desviando o carro para esquerda até a sua posição ideal na faixa de rolagem, de acordo com a figura 12.[34]

Durante as simulações, foram notados erros de detecção devido à presença de faixas de pedestres ou carros de terceiros no percurso, obstruído assim a visibilidade das faixas de rolagem da pista.

Os erros encontrados por motivos da faixa de pedestres ocorreram com baixa frequência, pois em sua maioria das vezes o algoritmo funciona mesmo com encontro das faixas de pedestres.

Erro de detecção por faixa de pedestres

Figura 13: Erro durante o teste devido à faixa de pedestres. Fonte: Adaptado de Cunha[20].

Podendo assim verificar que o algoritmo proposto quando aplicado para detecção, pode vir a otimizar as técnicas para uma melhor identificação das faixas. [34]

O maior problema encontrado no percurso foram os carros de terceiros em pista.

Na figura 14, o algoritmo não identifica a faixa da direita devido à total falta de visibilidade da faixa. Neste caso em específico ocorre um erro de alerta falso de ''desvio para direita''. Para este tipo de erro, a solução mais viável seria a criação de uma rotina paralela para identificar objetos e obstáculos em pista, podendo assim detectar carros próximos, cones, placas, etc.A partir das variáveis e da detecção das faixas, seria possível um melhor controle do ambiente.

Erro de detecção por veículos terceiros

Figura 14: Aviso durante o teste de erro na detecção da faixa em que outro veículo se encontra em cima. Fonte: Adaptado de Cunha[20].

Entretanto, o foco foi apenas nas faixas de rolagem, deixando em aberto à possibilidade de um novo estudo que possa focar na detecção de obstáculos como carros de terceiros e também na detecção melhor trabalhada quando se encontrar diante da faixa de pedestre.

A imagem do gráfico a seguir, apresenta o relatório de erros a partir de amostras analisadas.

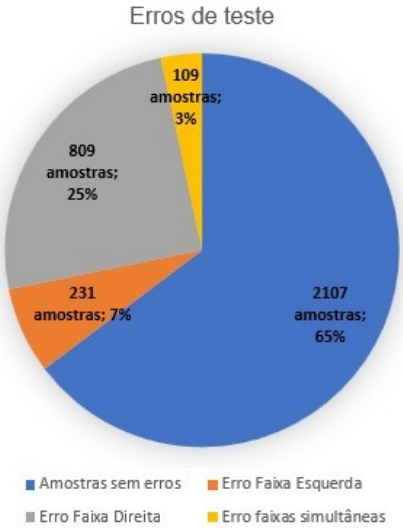


Figura 15: Gráfico de erros que representa a porcentagem dos erros em relação à quantidade de amostras coletadas. Fonte: LAZARO, MA; BARBOZA, TF. 2017.

Cada amostra apresenta um frame do vídeo usado no artigo para simulação, no caso, um total de 3256 de frames analisados. A partir desse total de frames, 3% (109 frames) de erros na identificação das duas faixas simultaneamente. Ou seja, o algoritmo não identificou nenhuma das duas faixas em alguns momentos.

A porcentagem de 7% de erros, que representa 231 frames, não identificou a faixa da esquerda. E 25% de erros, que representa 809 frames, não identificou a faixa da direita. Por fim, 65% que corresponde a 2107 frames, não identificaram erros.

A faixa da direita encontrou um erro mais significativo em sua quantidade, devido o problema apresentado na figura 14. Em grande parte do vídeo essa situação ocorre gerando problema na detecção. Os demais erros contabilizados foram devido à ausência de sinalização de faixas na rodovia.

Os resultados em geral se mostraram satisfatórios, considerando que os testes foram realizados com números de calibração de câmera aproximados, utilizando para análise um vídeo específico. Em uma simulação mais aprofundada seria possível um número de erros menor.

CONCLUSÃO

Os resultados do presente trabalho envolvendo o uso de visão computacional, proporcionaram através do desenvolvimento do algoritmo, uma função para um automóvel que trabalhe de maneira autônoma. Utilizando imagens adquiridas através de uma câmera de vídeo e aplicando técnicas de processamento de imagens, foi possível identificar as faixas de rolagem da pista.

O sistema de visão computacional trabalhado foi satisfatório, gerando resultados com alguns erros que podem ser aprimorados através de novas propostas de futuros estudos, para assim chegar ao aperfeiçoamento. E através de cada função sendo estudado separadamente até seu aperfeiçoamento, um carro com função autônoma sem tantos erros e com mais qualidade de serviços oferecidos, possa surgir no futuro.

REFERÊNCIAS

[1] COUTO LN. **Sistema para localização robótica de veículos autônomos baseado em visão computacional por pontos de referência.** Dissertação do Programa de Mestrado em Ciências de Computação e Matemática Computacional de São Carlos, SP. 92p, 2012. DOI: 10.11606/D.55.2012.tde-04092012-110014.

[2] JUNG CR; OSORIO FS; KELBER CR; HEINEN FJ. Computação Embarcada: projeto e implementação de veículos autônomos inteligentes. In: XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. São Leopoldo, RS. **Anais.** p.1358-1406, 2005.

[3] HERNANDEZ RD; VITOR GB; FERREIRA JV; MEIRELLES PS. Proposta de uma plataforma de testes para o desenvolvimento de veículos autônomos. In: XIX Congresso Brasileiro de Automática - CBA. Campina Grande, PB. **Anais.** p. 2735-2742, 2012. ISBN: 978-85-8001-069-5.

[4] GINGICHASHVILI S. The Future of Things Defense. **Advanced Research Projects Agency (DARPA's) urban challenge** [*internet*], California, [sn], 2007. Disponível em: http://thefutureofthings.com/3019-darpas-urban-challenge-2007/. Acessado em 29/04/2017.

[5] CORO - Computação e robótica. Laboratório de sistemas de computação e robótica [*internet*], Minas Gerais, [sn], 2010. Disponível em:

http://coro.cpdee.ufmg.br/index.php/component/content/article/46-titulo-artigo-exemplo-1. Acesso em: 29/04/2017.

[6] GABRIEL TAR. **Desenvolvimento de sistema de navegação de baixo custo de veículo terrestre não tripulado.** Dissertação do Programa de Mestrado do Instituto Militar de Engenharia do Rio de Janeiro em Ciências em Engenharia Mecânica, RJ. 86p, 2014. Disponível em: http://www.ime.eb.br/arquivos/teses/se4/mec2014/Thiago Gabriel.pdf. Acessado em: 29/04/2017.

[7] FUSSY P; OLIVEIRA L. **O futuro é o carro sem motorista?** Grandes empresas investem alto em veículos que dirigem sozinho. G1 leva consumidores para testar e diz o que falta para ser realidade [*internet*], São Paulo, [sn], 2015. Disponível em: http://g1.globo.com/carros/noticia/2015/11/o-futuro-e-o-carro-sem-motorista.html. Acessado em 29/04/2017.

[8] FUSSY P. **Volvo XC90: primeiras impressões – Com investimento Chinês, marca sueca inicia nova era e se inspira em Thor.** Carro de R$300 mil praticamente dirige sozinho a até 50km/h [*internet*], Santa Catarina, [sn], 2015. Disponível em: http://g1.globo.com/carros/noticia/2015/09/volvo-xc90-primeiras-impressoes.html. Acesso em: 29/04/2017.

[9] GOMES SL; REBOUÇAS ES; REBOUÇAS FILHO PP. Reconhecimento ótico de caracteres para reconhecimento das sinalizações verticais das vias de trânsito. **Revista SODEBRAS.** v.9, n.101, p.1-4, mai. 2014. ISSN: 1809-3957.

[10] RAMIRES JUNIOR LHD; HERNANDES AC; BECKER M. Sistema embarcado de navegação autônoma – detecção de vias navegáveis utilizando crescimento de regiões e algoritmos genéticos. In: XIX Congresso Brasileiro de Automática, CBA. Campina Grande, PB. **Anais.** p.4888-4893, 2012. ISBN: 978-85-8001-069-5.

[11] STIVANELLO ME; VARGAS S; MASSON JEN; CASAS BD; SOARES F; CARLESSO GG. Monitoramento automático de ambientes através de visão computacional. In: 4º Seminário de Pesquisa, Extensão e Inovação do IFSC. Florianópolis, SC. **Anais.** [sp], 2012. ISSN: 2357-836X.

[12] VIVACQUA, RPD; MARTINS, FN; VASSALLO, RF. Direção autônoma de um veículo baseada em visão computacional. In: Congresso Brasileiro de Automática. Vitória, ES. **Anais.**v.2, n.1, p.1546-1553, 2012. ISBN: 978-85-8001-069-5.

[13] HOLANDA, GC; BESSA, JÁ; BESSA, R; MOTA, FAX; ROCHA NETO, AR; ALEXANDRIA, AR. Sistema de determinação de coordenadas cartesianas baseado em visão estéreo. In: Conexões - ciência e tecnologia. **Anais.** v.10, n.2, p.94-109, 2016.ISSN:2176-0144.

[14] RISOVAS TR. **Análise da viabilidade quanto à aplicação de sistemas de assistência ao motorista no mercado brasileiro.** Monografia do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Automotiva para obtenção do título de especialista. 46p, 2013.

[15] PENHARBEL EA; DESTRO RC; TONIDANDEL F; BIANCHI RAC. Filtro de imagem baseado em matriz RGB de cores padrão para futebol de robôs. In: II EnRI – Encontro de Robótica Inteligente. Salvador, BA. **Anais.** [sp], 2004.

[16] MATHWORKS. **ReadFrame** [*internet*], Estados Unidos, [sn], 2017. Disponível em: https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/videoreader.readframe.html?s_tid=doc_ta. Acessado em: 27/06/2017.

[17] ZHANG, Z. A flexible technique for camera calibration. In: IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. Redmond, WA. **Anais.** p. 1330-1334, 2000. ISSN: 01628828.

[18] HEIKKILÄ, J; SILVÉN, O. A four-step camera calibration procedure with implicit image correction. In: Proceedings of IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. **Anais.** p. 1106-1112, 1997. ISSN: 1063-6919.

[19] MATHWORKS. **Coordinate Systems** [*internet*], Estados Unidos, [sn], 2017. Disponível em: https://www.mathworks.com/help/vision/gs/coordinate-systems.html. Acessado em: 27/06/2017.

[20] YOUTUBE. **Teste da GoPro no teto do carro em João Pessoa** [*internet*], João pessoa, PB. [sn], 2014. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=nbJluXBNeVs. Acessado em: 29/06/2017.

[21] ORLANDI, JGDN. **Sistema de visão a laser para mapeamento de superfície de navegação de robôs quadrúpedes.** Tese do Programa de Pós-Graduação para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Elétrica na área de Concentração em Automação em Vitória, ES. 215p, 2008.

[22] SILVA, JV. **Imagens panorâmicas.** Monografia de Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores de Lisboa, Portugal. 74p, 2004.

[23] ALY M. Real time detection of lane markers in urban streets. In: IEEE Intelligent Vehicles Symposium. **Anais.** [sp], 2008. ISSN: 1931-0587.

[24] SIMOND, N. Obstacle detection from IPM and super-homography. In: International conference on intelligent Robots and systems. San Diego, CA. **Anais.** p. 4283-4288, 2007. ISSN: 2153-0866.

[25] FEITOSA FCC. **Um Estudo prático para contagem volumétrica automática de veículos usando visão computacional.** Dissertação do Programa de Pós-Graduação para obtenção do título de Mestre em Ciências da Computação em Goiânia, GO. 140p, 2012.

[26] BACKES, AR; SÁ JUNIOR, JJM. Tipos de imagens. In: BACKES, AR; SÁ JUNIOR, JJM. **Introdução à visão computacional usando MATLAB.** 1 ed. Rio de Janeiro: Alta Books. p.1-268, 2016.

[27] NIETO, M; LABORDA, JA; SALGADO, L. Road environment modeling using robust perspective analysis and recursive Bayesian segmentation. **Revista Machine vision and applications.** v.22, n.6, p. 927-945. Madrid, Espanha, nov.2011. ISSN: 1432-1769.

[28] FISCHLER, MA; BOLLES, RC. Random sample consensus: a paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography. **Revista Communications of the ACM.** v.24, n.6, p. 381-395. New York, june. 1981. ISBN: 0-934613-33-8.

[29] SILVA, FA; PAIVA, MSV; ARTERO, AO; PITERI, MA. Evalution of keypoint detectors and descriptors. In: IX WVC – Workshop de Visão Computacional. Campo Grande, MS. **Anais.** [sp], 2013. ISSN: 2526-5997. Disponível em: http://iris.sel.eesc.usp.br/wvc/Anais_WVC2013/Poster/1/18.pdf. Acessado em: 08 de setembro de 2017.

[30] TORR, PHS; ZISSERMAN, A.MLESAC: A new robust estimator with application to estimating image geometry. **Revista Computer vision and image understanding.** v. 78, n.1, p. 138-156. Oxford, Reino Unido, 2000. ISSN: 10773142.

[31] NATIONAL INSTRUMENTS. **Explicando a teoria PID** [*internet*]. Disponível em: http://www.ni.com/white-paper/3782/pt/#top. Acessado em: 31 de outubro de 2017.

[32] BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito. Decreto 4.711 de 29 mai. 2003. Regulamenta a Lei 9.503 de 23 set. 1997, quedispõe sobre a coordenação do Sistema Nacional de Trânsito. **CTB.** 22 abr. 2004.

[33] GAIDESKI B. **Navdy:** HUD automotivo capaz de transformar veículos em um SmartCar [*internet*], Curitiba – PR, [sn], 2016. Disponível em:http://www.up.edu.br/blogs/engenharia-da-computacao/2016/10/26/navdy-hud-automotivo-capaz-de-transformar-veiculos-em-um-smart-car/. Acessado em: 01/11/2017.

[34] HUNAINI F; ROBANDI I; SUTANTRA N. Optimization of automatic steering control on a vehicle with a steer-by-wire system using particle swarm optimization. **Revista Turca de Engenharia Elétrica e Ciências Computadoras.** v.25, n.5, p. 1-17. Ancara, Turquia. 2017. ISSN: 1303-6203.

[35] NUNES RF; HERNANDES AC; BECKER M. Detecção de faixas com câmera monocular e otimização através de algoritmo genérico. In: XIX Congresso Brasileiro de Automática, CBA. **Anais.** p. 3534-3540. ISBN: 978-85-8001-069-5.

Construções ecológicas: uso do bambu na construção civil

DUFFRAYER, Júlia G[1]; ATHAYDES, Vinicius F[2]; RATTES, Bruna S[3]; SOUZA, Daniela PV[4]; LOPES, Tamara T[5];

RESUMO

Neste trabalho foi abordado o uso do bambu na construção civil brasileira, com base em pesquisa realizada através de artigos e institutos especializados na temática. O material é bastante utilizado fora do Brasil, porém aqui ainda são encontradas diversas barreiras que impossibilitam o uso do mesmo como um material recorrente na construção civil, em contra partida dos materiais de alvenaria por exemplo. Está cada vez mais evidenciada a busca por materiais mais sustentáveis e que ao mesmo tempo sejam competentes em qualidade e resistência. O objetivo deste trabalho é provar que o bambu é um material resistente e que pode ser utilizado como elemento estrutural na construção civil. O método utilizado foi baseado na NBR 7190 da ABNT que demostra as diretrizes para realização do ensaio de compressão normal às fibras, foram utilizados corpos de prova do bambu gigante cortados em amostras de 10 cm. Os resultados de pico de força suportados pelos corpos de prova forneceram números de resistência que podem ser comparados ao do concreto, estes resultados foram contabilizados e organizados em gráficos e tabelas. Os corpos de prova contendo nó suportaram maior quantidade de golpes, o posicionamento do nó nas extremidades conferiu suportar maior força máxima. Os valores de resistência atingidos pelas amostras foram excelentes, fato este que foi satisfatório para que se conseguisse demonstrar então que o bambu trata-se de um material competente quanto a sua compressibilidade.
Palavras-chave: Bambu. Sustentabilidade. Ensaio de compressão. Construção Ecológica.

ABSTRACT

In this article, it is discussed the use of bamboo in Brazilian civil construction, based on research carried out through articles and institutes specialized in the theme. The material is widely used outside Brazil; however, there are still several barriers in Brazil that make it impossible to use it as a recurring material in civil construction, as opposed to masonry materials, for example. The search for more sustainable materials that are at the same time competent in quality and resistance is increasingly evident. The purpose of this article is proving that bamboo is a sturdy material and can be used as a structural element in construction. The method used was based on ABNT NBR 7190, which shows the guidelines for conducting the normal fiber compression test, using giant bamboo specimens cut in 10 cm samples. The peak force results supported by the test specimens provided resistance numbers that can be compared to concrete. These results were counted and organized into graphs and tables. The specimens containing nodes supported a greater number of hits, the positioning of the node at the ends conferred to withstand greater maximum force. The values of resistance reached by the samples were excellent, a fact that was satisfactory so that if it could demonstrate then that the bamboo is a material competent for its compressibility.
Keywords: Bamboo. Sustainability. Compression test. Ecological Construction.

INTRODUÇÃO

O bambu é uma planta lenhosa utilizada há muitos anos pelos humanos, não só na construção civil, mas em suas diversas utilidades. Na construção civil é utilizado desde os primórdios para confecção de abrigos, decorações e pontes. Com o desenvolvimento da sociedade surgiu a necessidade de empregar materiais sustentáveis, ou seja, que agridem menos o meio ambiente e, consecutivamente, gerem menos resíduos, trazendo à tona o uso do bambu[1].

Durante a Primeira conferência mundial sobre construção sustentável, em novembro de 1994, foram determinados os seis princípios básicos de uma construção sustentável (KIBERT, C.)[2], que são eles: maximizar o consumo de recursos; maximizar a reutilização de recursos; utilizar recursos renováveis e recicláveis; proteger o ambiente natural; criar um ambiente saudável e não tóxico; fomentar a qualidade ao criar o ambiente construído.

Existem algumas técnicas que podem ser aproveitadas das construções sustentáveis, tais como a iluminação natural, a captação da água, espaços para a coleta seletiva e utilização da energia solar. Retomando para o lado da construção civil pode-se contribuir por exemplo com o reaproveitamento do entulho de obras, atitude que gera um efeito em grande escala. Deve-se pensar que uma construção sustentável é aquela que possui respeito e compromisso com o meio ambiente, no momento da construção é necessário estudar quais serão os materiais utilizados, a fim de usufruir de matérias primas que agridam menos o meio ambiente. Tem surgido novos produtos no mercado que colaboram positivamente com esta questão[3].

O bambu apresenta características peculiares, sua forma circular e sua seção oca o torna um material leve, além de apresentar características físicas que permitem seu emprego em todo tipo de estruturas como boa resistência a compressão. Ele é um material que pode ser empregado em qualquer tipo de material de construção, mas apesar das qualidades ele também apresenta pontos negativos. O mesmo pode ser atacado por insetos e é um material altamente inflamável quando seco[1].

Apesar dessas desvantagens algumas delas podem ser resolvidas, por exemplo, fazer um tratamento no bambu para protegê-lo de insetos e outras pragas. Esse tratamento pode ocorrer de forma natural que é através da fumigação que se trata de um tratamento do colmo de bambu com fumaça, que os agentes tóxicos da fumaça e o calor penetram no colmo destruindo o amido. E por imersão em água, ocorre quando o bambu é armazenado

[1] Acadêmico do 7º Período do curso de graduação de Engenharia Civil da Faculdade Novo Milênio Vila Velha, ES, Brasil; Graduada em Técnico em Mineração (IFES) Cachoeiro de Itapemirim, ES, Brasil.
[2] Acadêmico do 7º Período do curso de graduação de Engenharia Civil da Faculdade Novo Milênio Vila Velha, ES, Brasil.
[3] Acadêmico do 7º Período do curso de graduação de Engenharia Civil da Faculdade Novo Milênio Vila Velha, ES, Brasil; Graduada em Técnico em Edificações (SENAI) Vila Velha, ES, Brasil.
[4] Graduada em Licenciatura em Química (IFES); Mestre em Ciências Naturais (UENF); Doutora em Ciências Naturais (UENF); Professora do curso de Engenharia Civil da Faculdade Novo Milênio.
[5] Arquiteta e Urbanista Mestre em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Espirito Santo; Professor do curso de Engenharia Civil da Faculdade Novo Milênio, Brasil.
E-mail: dnla.vieira@gmail.com
Projeto Integrador VI do curso de Engenharia Civil
Data de envio: 28/05/2018

em tanques durante cerca de 3 a 4 semanas para lixiviação do amido, que aos poucos sai do bambu. Já os processos de tratamentos químicos podem ocorrer de várias maneiras, pelo método de imersão prolongada ou pelo método de Boucherie, inserindo um agente preservativo sob pressão por meio dos vasos até que ele saia na outra extremidade do colmo[1].

A anatomia do bambu é dividida duas partes, a parte externa composta por colmo, folhas e ramificações e a parte subterrânea por rizoma e raiz. Uma de suas vantagens é o seu crescimento acelerado, existem espécies que conseguem superar certa de 100 cm em um dia, lembrando que existem certa de 75 gêneros e 1250 espécies de bambu, sendo que cerca de 67% encontra-se no continente Asiático e na Oceania, 30% nas Américas e 3% na África[3].

(Tatibana et al)[1] apresentam dados de ensaios de resistência a tração e a compressão do bambu da espécie *Dendrocalamus giganteus,* sendo obtido na zona do entrenó resistência a compressão de 80 Mpa e tração 150Mpa, e na Zona do nó resistência a compressão de 39Mpa e tração 119Mpa.

O bambu possui resistência a flexão e a tração que está relacionado com o seu teor de umidade e sua maturidade, o ideal é que se utilize o bambu maduro e que seja colhido em período de estiagem quando os solos estão mais secos[1].

Estudos apontam o bambu como uma ótima opção na busca por matéria prima sustentável. Pode substituir o aço no concreto armado, trazendo benefícios para o meio ambiente, já que para a obtenção do aço utiliza-se recursos não renováveis, substituindo o bambu pelo aço reduz a exploração e o uso dos recursos naturais, neste caso o minério de ferro[4].

Segundo (Rohr et al)[4], comparado com a resistência mecânica do aço CA-50 o bambu está 1/5, e sua resistência mecânica depende da idade do colmo. Além disso, tem um crescimento rápido podendo ser cortado em 3 anos, porém é necessário pesquisa e atenção visto que existem muitas espécies de bambu e cada uma específica para uma finalidade. O bambu já vem ganhando espaço nas obras substituindo a madeira, e por ser um material resistente pode ser utilizado em vigas, lajes e pilares. Isso o faz ser considerando o aço verde.

(Ghavami e Marinho)[5] realizaram ensaio de flexão em 5 espécies de bambus, cortados em colmos, todos os colmos tinham idade média de três anos. Os resultados obtidos deram suporte para os profissionais da área de engenharia e arquitetura projetarem estruturas de bambu com mais confiança.

Segundo o professor (Khosrow Ghavami)[5] do Departamento de Engenharia Civil da PUC- RJ existem 3 espécies de bambu em especial para o uso na construção civil, com 10 cm ou mais de diâmetro que são excelentes para o ramo: guadua (*Guadua angustifólia*), bambu gigante (*Dendrocalamus giganteus*) e o bambu- mossô (*Pbyllostacbys pubescens*).

É um material leve podendo ser empregado com qualquer tipo de material da construção civil, em contrapartida, se tiver contato diretamente com o solo pode absorver sua umidade[5].

Apesar de o bambu ser considerado um material sustentável, o mesmo é pouco utilizado na construção civil brasileira, em contrapartida países da região da Ásia e China, Peru, Equador, Costa Rica e Colômbia possuem uma longa história de utilização do bambu, e de técnicas construtivas amplamente difundidas. Ao passo que a construção mais notável asiática é o Taj Mahal, que possui uma estrutura composta por bambu[6].

A facilidade para encontrar o bambu também se encaixa em uma limitação, por conta da abundância da planta o mesmo não é valorizado. Além disso, o material necessita de um tratamento específico para o emprego de sua utilização, visto que o material em contato como solo com o tempo poderá sofrer decomposição necessitando então de manutenção. No entanto existem poucas empresas especializadas neste ramo específico de construção civil o que inviabiliza o consumo e a manutenção das edificações[7].

Portanto, busca-se com este trabalho provar que o bambu é um material resistente através de ensaio de compressão normal as fibras embasadas na NBR 7190, a fim de mostrar que o material pode ser utilizado como elemento estrutural em construções.

MÉTODOS

Pesquisa de caráter exploratório e experimental realizada no laboratório de materiais da Faculdade Novo Milênio, Vila Velha, Espírito Santo.

Os ensaios de compressão foram realizados de acordo com a (NBR 7190/1997)[8] em prensa hidráulica manual 100t de leitor digital.

Como não há norma que regulamenta o uso e ensaios com bambu foi utilizada a NBR 7190/1997 – Projeto de estruturas de madeira – pág. 55, para a execução dos ensaios de Compressão normal às fibras contido no anexo B de determinação das propriedades das madeiras para projeto de estruturas.

O bambu utilizado foi colhido em um bambuzal da Fazenda Santa Rita, no município de Muqui, no estado do Espírito Santo (figura 1).

O corte foi executado o mais próximo possível da raiz por apresentar maior diâmetro em comparação à ponta do mesmo (figura 2).

Com base na altura, no diâmetro do colmo e na cor depois de maduro foi identificada a espécie do bambu segundo o artigo de análise morfológica do bambu *Dendrocalamus giganteus*, do departamento de ciência dos materiais e metalurgia da PUC do Rio de janeiro[9].

Bambuzal

Figura 1. Localização da coleta do bambu, Fazenda Santa Rita – Muqui ES

Colmos

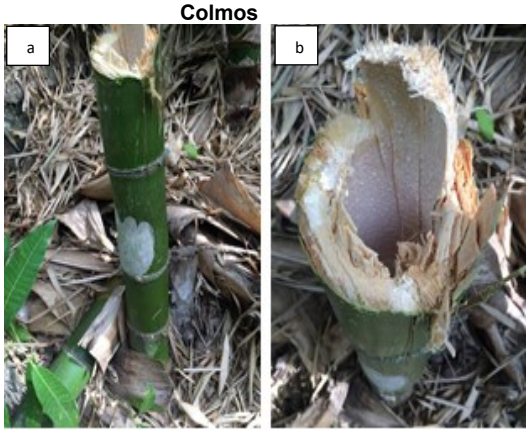


Figura 2. a) Colmos cortados vista frontal. b) Colmo cortado vista superior

O bambu foi seco em um período de duas semanas, na posição vertical. Pois segundo o professor (Luiz Antônio Righi)[10] da Universidade Federal de Santa Maria, quanto à secagem do bambu, depois de colhido o colmo ainda está úmido por dentro, de forma que não é viável utilizá-lo para fins de construção de estruturas e objetos. Por isso, o bambu deve secar apoiado em paredes livres de umidade no sentido vertical para que toda a seiva escorra e evapore deste modo por volta de duas a oito semanas o bambu terá alcançado a sua resistência e durabilidade.

Os corpos de prova foram obtidos por cortes transversal do bambu, sendo descartada as pontas que sofreram rachaduras (figura 3.a). Deste modo foi medido para que fossem cortados os corpos de prova no tamanho ideal 10 cm (figura 3.b), sendo utilizado uma serra makita.

O anexo B contido na (NBR 7190/1997)[8], de Projeto de estruturas de madeira, orienta no ponto B.10.3 (pág. 55) que o corpo de prova para o ensaio de Compressão normal às fibras deve ter direção tangencial de 10 cm (figura 4).

Bambus secos

Figuras 3. a) Bambus secos, com pontas rachadas. b) Corpos de prova numerados para o corte.

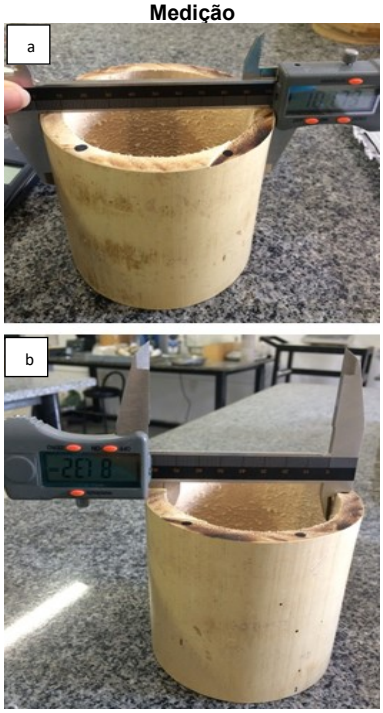
Após cortados os corpos de prova foram numerados de 1 a 6 (figura 4). Buscando comparar se o nó traz ou não uma maior resistência ao bambu, às amostras foram divididas da seguinte forma: os corpos de prova número um, dois e três são do meio do colmo, ou seja, sem nó existente; o corpo de prova quatro tem um nó concentrado no centro dos 10 cm; e as amostras cinco e seis tem o nó localizado na base superior do corpo de prova e na base inferior, respectivamente (figura 4).

Corpos de prova

Figuras 4. a) Corpos de prova cortados e numerados visão frontal. b) Visão superior dos corpos de prova.

O bambu cresce irregularmente, por isso para determinar as medidas corretas de altura e diâmetro aferiram-se de cinco pontos distintos distribuídos pela a amostra às medidas em milímetros do mesmo utilizando o paquímetro digital (figuras 5), em seguida se faz à média para chegar a um número relativo ao real.

Medição



Figuras 5. a) Corpo de prova sendo medido na parte externa. b) Corpo de prova sendo medido na parte interna.

As médias da altura foram elaboradas somando as cinco medidas aleatórias do corpo de prova e dividindo por cinco. Já as médias do diâmetro devido o bambu ser oco por dentro o cálculo foi realizado pela subtração do diâmetro externo pelo interno.

A prensa hidráulica usada no ensaio foi a i-3001-c Prensa Hidráulica Manual 100t Digital da marca Contenco Industria e Comercio LTDA (figura 6), de acordo com manual digital da empresa a prensa tem capacidade de 100 toneladas, com leitura digital e resolução de 10Kgf.[11]

Prensa hidráulica

Figura 6. Prensa hidráulica i-3001-c

Com os corpos de prova numerados e os cálculos executados, fez-se um teste na prensa com um corpo de prova teste, com o propósito de verificar o funcionamento da máquina (figura 7).

Teste de posicionamento

Figura 7. Teste de posicionamento e força em corpo de prova vista frontal.

Posteriormente ao teste, um a um, os corpos de prova foram posicionados no interior da prensa, a parte enroscável do equipamento travou a amostra para não ocorrer desnível da força aplicada. Liberando o peso, a prensa funciona conforme a alavanca vai sendo içada e abaixada de forma manual, desta forma a força é aplicada no corpo de prova de forma equivalente.

Conforme o passar do tempo à força aplicada sobre o corpo de prova é mostrada no visor digital, a prensa grava o pico da força suportada pela amostra, para visualizar aperta-se o botão pico no visor da máquina.

Os golpes aplicados nos seis corpos de prova tinham como objetivo o colapso da amostra, porém não houve conformidade com relação ao pico de força e nem a quantidade de golpes aplicados em cada corpo de prova e nenhum colapso de amostra. Visto que algumas amostras aguentaram mais golpes e outras não, isto se deve às características estruturais do bambu. Ocorreram apenas rompimentos em algumas partes das amostras, isto evidencia a resistência das fibras quando comprimidas verticalmente.

Após o executar os ensaios os dados foram organizados em planilha do Microsoft Excel e obtidos gráficos que relacionam os golpes com a força aplicada em função do tempo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A espécie do bambu utilizado como material de estudo foi identificada com base na altura, no diâmetro do colmo e na cor depois de maduro segundo o artigo de análise morfológica do bambu *Dendrocalamus giganteus*.

A espécie coletada e ensaiada foi a *Dendrocalamus Giganteus*, do gênero *Dendrocalamus*. Este bambu é da tibo *Bambusae*, da família *Gramineae Poaceae* e subfamília *Bambusoideae*.

Sua ordem é a *Poales*, sua classe é das angiospermas (grupo de plantas providas de sementes encerradas no pericarpo - fruto em si com exclusão das sementes, parede de um fruto), e de subclasse *Commelinidae*. Seu filo é *Magnoliophyta*, e reino vegetal *Plantae*. Este bambu tem como nomes populares: bambu-gigante, bambu-balde, bambu-imperial, e possui sua origem datada da Malásia.

O bambu cortado possuía aproximadamente 16 m de comprimento. Foi dividido em partes menores para ser transportado até o laboratório de materiais da Faculdade Novo Milênio. Durante o período de secagem do bambu, observou que com o passar dos dias o mesmo ficou mais amarelado e mais resistente.

Mesmo sendo avaliadas as características físicas do bambu ao longo de todo o material no momento do corte, ao secar observou que as pontas sofreram rachaduras e foram descartadas. Acredita-se que o calor e o sol influenciaram para que ocorressem as rachaduras.

Por se tratar de um material natural de crescimento irregularmente fez-se necessário mais de uma medição para determinar as alturas (tabela 1) e diâmetros (tabela 2) dos corpos de provas.

Quadro 1

Média de Altura dos Corpos de Prova (mm)					
CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6
101,01	100,42	100,03	102,61	102,57	99,4
99,12	99,7	99,26	103,16	100,52	101,27
100,91	99,84	99,94	103,53	101,24	103,79
99,45	99,97	100,3	104,13	102,16	97,33
100,77	100,13	100,27	103,03	102,3	102,49
H1: 100,252	H2: 100,012	H3: 99,96	H4: 103,292	H5: 101,758	H6: 100,856

Quadro 1. Média das alturas

Quadro 2

Média e subtração dos Diâmetros dos Corpos de Prova (mm)											
CP1		CP2		CP3		CP4		CP5		CP6	
Diâmetro Externo	Diâmetro Interno	Diâmetro Externo	Diâmetro Interno	Diâmetro Externo	Diâmetro Interno	Diâmetro Externo	Diâmetro Interno	Diâmetro Externo	Diâmetro Interno	Diâmetro Externo	Diâmetro Interno
100,6	81,11	100,41	82,09	101,84	83,2	104,91	82,84	101,25	79	100,51	70,56
100,65	82,8	99,18	80,05	97,84	81,52	103,95	82,65	100,88	75,07	100,64	69,82
102,95	80,55	100,84	82,36	101,26	81,7	104,81	84,19	99,91	77,47	99,85	70,31
100,83	82,62	99,37	80,65	101,67	84,05	106,18	83,29	103,29	78	100,42	72,13
101,01	80,64	100,16	80,67	99,32	81,11	104,47	81,31	101,39	77,08	100,24	69,61
101,208	81,544	99,992	81,164	100,386	82,316	104,864	82,856	101,344	77,324	100,332	70,486
DT: 19,664		DT: 18,828		DT: 18,07		DT: 22,008		DT: 24,02		DT: 29,846	

Quadro 2. Média dos diâmetros

O teste de prensa foi importante para certificar que a irregularidade na dimensão do corpo de prova não impediria realizar o ensaio de compressão.

Em seguida, os corpos de prova foram posicionados e travados no interior da prensa para evitar desnível da força aplicada.

Os corpos de prova número um, dois e três são do meio do colmo, ou seja, sem nó existente.

No corpo de prova um foram aplicados cem golpes e alcançado um pico de 11,87 toneladas-força (figura 8). Sendo observado rupturas longitudinais após o ensaio de compressão (figura 9).

Ensaio do corpo de prova 1

Figura 8. a) Corpo de prova posicionado para início da compressão. b) corpo de prova um sendo comprimido, com rachadura aparente.

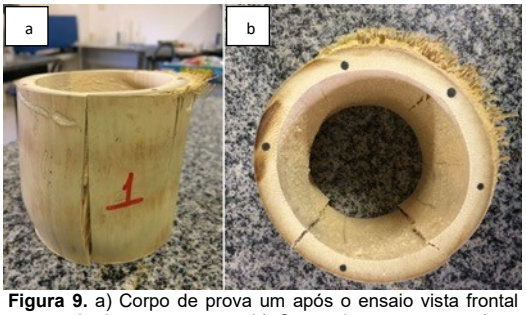
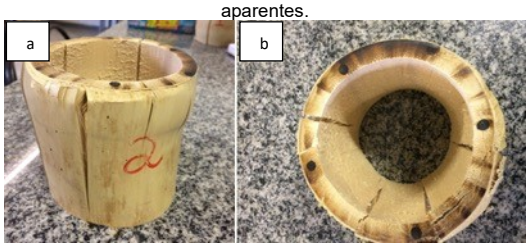


Figura 9. a) Corpo de prova um após o ensaio vista frontal com rachaduras aparentes. b) Corpo de prova um após o ensaio vista superior.

No corpo de prova dois foram aplicados cem golpes e alcançado um pico de 10,23 toneladas-força (figura 10). Sendo observado esmagamento na parte superior do corpo de prova (figura 11).

Ensaio do corpo de prova 2

Figura 10. a) Corpo de prova dois posicionado. b) Corpo de prova dois sendo comprimido, com várias rachaduras aparentes.



Figuras 11. a) Corpo de prova dois após o ensaiado vista frontal. b) corpo de prova dois após o ensaio vista superior.

No corpo de prova três foram aplicados setenta e três cem golpes e alcançado um pico de 11,50 toneladas-força (figura 12). Sendo observado, além das rachaduras longitudinais, o esmagamento no centro do corpo de prova (figura 13).

Ensaio do corpo de prova 3

Figuras 12. a) Corpo de prova três posicionado para ensaio. b) Corpo de prova três sendo comprimido, com deformação aparente.

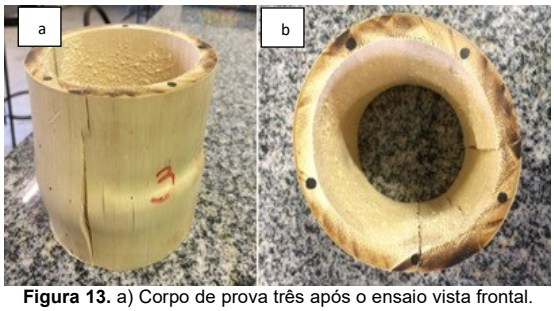
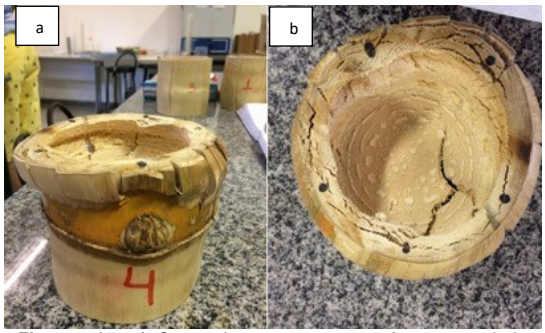


Figura 13. a) Corpo de prova três após o ensaio vista frontal. b) Corpo de prova três após ensaio vista superior.

O corpo de prova quatro continha o nó no meio dos dez cm do colmo, foram aplicados duzentos e quarenta golpes e alcançado um pico de 11,48 toneladas-força (figura 14). A parte superior ao nó foi bastante comprimida, ao passo que a inferior não sofreu nenhuma alteração, a mesma permaneceu intacta. E, o nó sofreu uma pequena rachadura. Porém, apesar de ter resistido mais golpes o pico de sua força foi inferior quando comparado às amostras anteriores, ou seja, do meio do colmo do bambu (figura 15).

Ensaio do corpo de prova 4

Figuras 14. a) Corpo de prova quatro posicionado para ensaio. b) Corpo de prova quatro sendo comprimido com pouca deformação aparente.

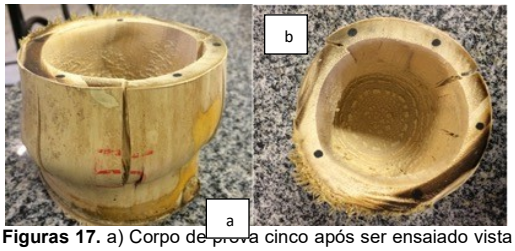


Figuras 15. a) Corpo de prova quatro após ser ensaiado vista frontal. b) Corpo de prova quatro após o ensaio vista superior, com poucas deformações.

As amostras cinco e seis continham nó na parte inferior e superior respectivamente, a amostra cinco com nó na base suportou cento e cinquenta golpes atingindo um pico de força de 11,80 toneladas-força, equiparando-se ao corpo de prova um do meio do colmo (figura 16). A amostra deformou-se em forma de "S" na parte superior ao nó, sendo que na área do nó nenhuma alteração foi constatada (figura 17). A mesma sofreu três rachaduras acima do nó, que não comprometeram a integridade da amostra.

Ensaio dos corpos de prova 5

Figuras 16. a) Corpo de prova cinco posicionado para ensaio. b) Corpo de prova cinco sendo comprimido, com deformações aparentes.



Figuras 17. a) Corpo de prova cinco após ser ensaiado vista frontal com rachaduras aparentes. b) Corpo de prova cinco vista superior.

Por fim, o corpo de prova seis de nó no topo foi o que aguentou o maior pico de força e maior número de golpes, sendo eles duzentos golpes e 14,36 toneladas-força (figura 18). A parte superior onde se encontrava o nó não sofreu nenhuma alteração nem rompimento, mas a parte inferior sofreu oito rachaduras que comprometeram o corpo de prova (figura 19).

Ensaio dos corpos de prova 6

Figuras 18. a) Corpo de prova seis posicionado para ensaio. b) Corpo de prova seis sendo comprimido com deformação aparente.

Após o ensaio de compressão os corpos de prova foram mantidos em superfície plana e observou que ao retirar a aplicação da força algumas rachaduras se tornaram menos aparente (figura 19).

Figuras 19. a) Corpos de prova após serem ensaiados vista frontal. b) corpos de prova após o ensaio vista superior. c) Corpos de prova após o ensaio vista de trás.

Os picos de força máxima para cada corpo de prova foram observados e fotografados ao final do ensaio (figura 20).

Figuras 20. Valores de pico máximo de força aplicada em cada corpo de prova.

Findado o ensaio, se constatou que as deformações ou rachaduras não tinham interligação com o pico de força atingida pelo corpo de prova. O comportamento do bambu durante a compressão seguia um padrão, a amostra absorvia a carga aplicada, formava a "barriguinha" em forma de "S" e em seguida rachava em alguns pontos. E essas rachaduras aconteciam antes ou depois do pico, não seguindo um mesmo critério.

Passados alguns instantes depois de finalizado o ensaio observou-se que alguns corpos de prova haviam retornado a sua posição inicial, ou seja, a forma em "S" foi amenizada com o passar do tempo, isto se dá devido a força elástica do material.

Devido ao tipo de prensa utilizada no ensaio, não foi possível desenvolver o gráfico tensão X deformação como orienta a NBR 7190 1997, para conclusão e apresentação dos dados obtidos. Apesar disso, foram construídos gráficos força X golpe X tempo de cada corpo de prova a fim de identificar em quais tempos e golpes foram obtidas as forças. Os gráficos apresentam o tempo em segundos em que a carga em toneladas-força foi aplicada no corpo de prova em qual golpe ele foi praticado. Nas amostras um, dois, três e quatro o pico foi atingido nos primeiros segundos de aplicação da força, já as amostras cinco e seis só alcançaram a força máxima depois de passados um minuto ou mais.

Quadro 3

CP1		CP2		CP3	
100 Golpes	11,87 tf	100 Golpes	10,23 tf	73 Golpes	11,50tf
CP4		**CP5**		**CP6**	
240 Golpes	11,48tf	150 Golpes	11,85 tf	200 Golpes	14,36 tf

Quadro 3. Golpes aplicados nas amostras e força máxima alcançada

Relação dos golpes com a força submetida

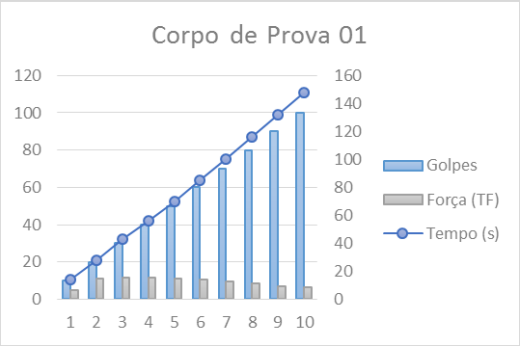


Gráfico 1. Relação dos golpes com a força submetida em função do tempo do corpo de prova 01

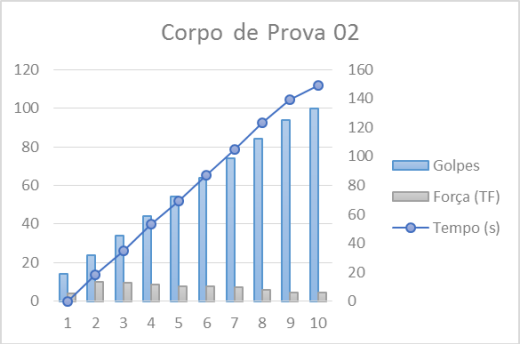


Gráfico 2. Relação dos golpes com a força submetida em função do tempo do corpo de prova 02

Gráfico 3. Relação dos golpes com a força submetida em função do tempo do corpo de prova 03.

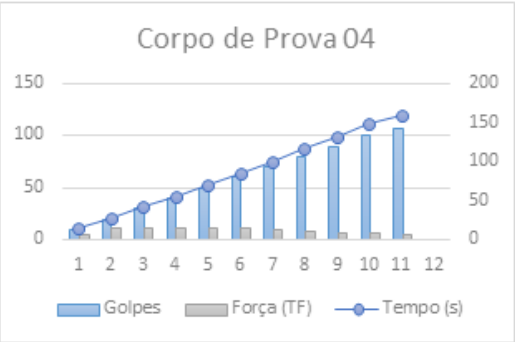


Gráfico 4. Relação dos golpes com a força submetida em função do tempo do corpo de prova 04.

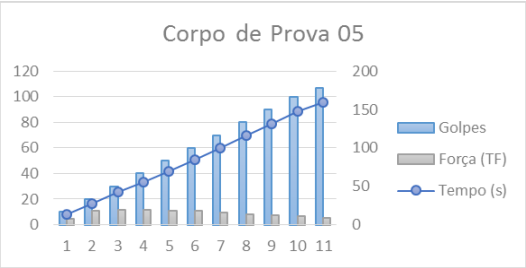


Gráfico 5. Relação dos golpes com a força submetida em função do tempo do corpo de prova 05.

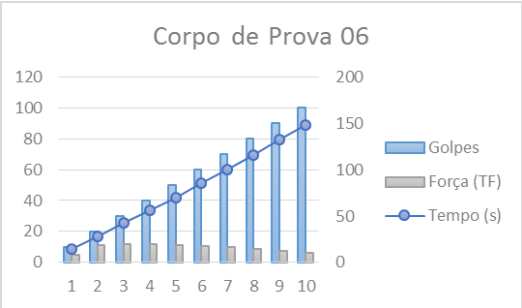


Gráfico 6. Relação dos golpes com a força submetida em função do tempo do corpo de prova 06.

A prensa hidráulica utilizada no ensaio fornecia os valores de pico da força em toneladas-força, porém os valores foram convertidos para que os números se tornassem mais palpáveis. Sabe-se que tensão é igual a força divida pela área, neste caso para a força é necessário converter os valores de toneladas-força para newton para encontrar um resultado em mega pascal (MPa). Uma tonelada-força é igual 9.806,64 newtons, então basta efetivar a multiplicação dos valores obtidos pelo valor em newtons. A área foi achada pela fórmula de cilindros ocos.

Equações

1 Tonelada-Força = 9.806,64 Newtons
$T = F/A$
$A = \pi/4\ (De^2 - Di^2)$

Tabela 4. Equações utilizadas para conversão de unidades

Assim que encontrados os valores em newton basta dividir pela gravidade que se obtém o valor em quilograma.

As amostras um e seis alcançaram valores aproximados de tensão sendo 35,205 Mpa e 35,169 Mpa respectivamente. Vale ressaltar que estas amostras foram cortadas de locais distintos do bambu sendo a primeira do meio do colmo e a sexta continha um nó no topo.

Os corpos de prova quatro e cinco também apresentaram valores similares que são 34,696 Mpa e 34,476 Mpa respectivamente, estes também foram cortados de locais diferentes no bambu. A amostra quatro continha o nó no meio e a cinco um nó na base.

Por fim, as amostras que obtiveram os maiores números em tensão foram as amostras dois e três, ambas retiradas do meio do colmo do bambu e que resultaram nos menores valores de pico de força.

Cálculos de tensão e picos de força

	Área (mm²)	Tensão (Mpa)	Pico De Força (Kg)	Pico De Força (Ton)
CP1	3.306,434	35,205	11.878,042	11,878
CP2	2.678,840	37,449	10.236,931	10,236
CP3	2.592,933	43,493	11.507,791	11,507
CP4	3.244,748	34,696	11.487,778	11,487
CP5	3.370,618	34,476	11.858,028	11,858
CP6	4.004,143	35,169	14.369,729	14,369

Quadro 5. Resultados dos cálculos de tensão e pico de força dos corpos de prova

CONCLUSÃO

O ensaio apresentou um resultado positivo do material ensaiado tanto com relação à deformação elástica do material, que ficou visivelmente evidenciada nos minutos após o corpo de prova ter sido ensaiado, voltando ao seu estado normal perdendo o "S" da deformação, quanto às cargas obtidas pelo ensaio de compressão normal as fibras.

O bambu se apresentou como um material resistente e suportou um valor de carga em ensaio que é aprovado para certos tipos de construção e estruturas, e, com base nisso, é possível fazer algumas inferências a respeito da localização do nó no bambu.

Dos três corpos de prova que foram retirados do meio do colmo do bambu, dois apresentaram ótimo desempenho com pico de carga máxima alta e poucos golpes. Nos três corpos de prova que continham nó todos resistiram a altos números de golpes alguns até sem se deformarem, sendo que dois praticamente com valores de pico de força máxima equiparados com as amostras sem nó do meio do colmo. Mas, o pico maior foi da amostra com nó no topo. Portanto, as cargas em construções ou estruturas irão resistir mais se forem aplicadas verticalmente as fibras do bambu com nó no topo da base da aplicação da força.

Contrapondo os resultados dos picos de força com as tensões obtidas há um contraste, apesar dos corpos de prova seis com nó na base e o corpo de prova um do meio do colmo terem alcançado um desempenho significativo com relação à força em quilogramas ou toneladas de pico, seus resultados de tensão foram baixos. De forma que não se pode relacionar maior tensão com maior pico de força aguentado pela amostra.

A título de comparação e curiosidade o concreto convencional usado em obras de diversos portes varia de 5 Mpa a 40 Mpa, ou seja, confrontando esses valores com as tensões obtidas pelo o bambu é possível afirmar que o mesmo alcança boa resistência.

REFERÊNCIAS

1 - TATIBANA, Ronaldo M; REIS, Marcel P; BIANCHI, Gislaine. "**Bambu como matéria-prima para construções sustentáveis".** São Paulo: Cidades Verdes, v.04, n.10, 2016, pp. 95-103.

2 - KIBERT, CHARLES J., 1994. **Establishing Principles and a Model for Sustainable Construction.** in Kibert, C.J., ed. Proceedings of the First International Conference on Sustainable Construction. Tampa, FL, November 6-9. CIB Publications TG 16, Roterdão;

3 - MANHÃES, Gabriela S; ARAÚJO, Ronaldo de S; **Sustentabilidade nas Construções,** Campos dos Goytacazes: Perspectivas Online, 11(4). 2014, pp. 15-24.
4 - ROHR, Francele. RECH, Gracielle Rodrigues da Fonseca. CONTE, Vanessa. BENÍCIO, Danielle Rocha. "**Eficiência energética do ambiente construido. Utilização do bambu em estruturas de casas populares"**. Passo Fundo. Novembro/2015.
5 - GHAVAMI, Khosrow.; MARINHO, Albanise, B. **Propriedades geométricas e mecânicas de colmos dos bambus para aplicação em construções** Eng. Agrícola., Jaboticabal, v.23, n.3, pp.415-424, set./dez. 2003.
6 - ALMEIDA, F. O bom negócio da sustentabilidade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.
7 - GONÇALVES, Dayana Keitty Carmo. **Construção Civil sustentável: a utilização do bambu em Divinópolis Minas Gerais.** Revista Online IPOG Especialize. Goiânia 7ª Edição nº 007 vol. 01/2014. Julho /2014.
8 – Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (NBR 7190:1997); **Projeto de estruturas de madeira.** Agosto de 1997.
9 - PINHEIRO, Roberta Russo F. K; NUNES, Paula Maurício; "**Análise Morfológica do Bambu Dencrocalamus Giganteus**". Rio de Janeiro: Departamento de Ciência dos Materiais e Metalurgia, 2007;
10 - RIGHI, Luiz Antônio. **Tratamento do Bambu. –** Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em <http://coral.ufsm.br/righi/agenteeficiente/bambu.php>. Acesso em 23 de novembro de 2017.
11 - CONTENCO Industria e Comércio LTDA – Disponível em <https://www.contenco.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=654&Itemid=160%20http://www.puc-rio.br/pibic/relatorio_resumo2007/relatorios/dcmm/dcmm_roberta_russo_pinheiro_paula_mauricio_nunes.pdf>. Acesso em 23 de novembro de 2017.

Projeto de software para controle de saudabilidade em habitações

MORAES Romulo[1], BOLDRINI Maycon[1], BOLDRINI Bruna[1], PIANCA Matheus[1], BERGAMINI Renato[1], TEIXEIRA Tamara L[1], RAFALSKI Jadson P[1]

RESUMO

Essa pesquisa buscou desenvolver um software para controle da saudabilidade de habitações. A emergência por edificações mais eficientes que sejam capazes de declinar os efeitos drásticos da ocupação humana crescente e desordenada integrou estudos e diretrizes para conduzir o desenvolvimento das cidades de forma mais sustentável. No entanto, o acesso a tais processos globais se restringiu a construções em países com maiores aportes de capitais e investimentos em tecnologia. Assim, partindo da ideia de que o elevado desempenho da edificação residencial brasileira tende a se concentrar em minorias economicamente privilegiadas, um dos maiores desafios que se colocam na contemporaneidade é a transposição do termo Desenvolvimento Sustentável, frente às desigualdades sociais existentes, bem como à insuficiente disponibilidade de produção de tecnologia no Brasil. Para isso, foram levantadas categorias fundamentais à análise de saudabilidade da edificação voltada à habitação no Espírito Santo, criando com isso, um quadro sinóptico de intersecção, entre as categorias e os subsistemas do edifício. Em seguida, observou-se que cada categoria inspirava o recurso de instrumento de medição específico, que deveria ser considerado no programa de software. Por fim, tais elementos foram constituídos em software, por meio do Arduino. Buscou-se, com isso, de modo transdisciplinar integrar conceitos da área de saúde à construção civil, ambos implicados em software que, por sua vez, se mostrou possível, sob condições materiais para promover qualidade de vida das pessoas.
Palavras-chaves: saudabilidade, habitação, desempenho, software.

ABSTRACTS

This research looks for software to control the health of homes. The emergence of issues more efficient than the effects of declining the drastic effects of growing and disorderly human occupation has integrated studies and guidelines to drive the development of cities in a more sustainable way. However, access to such global processes has been restricted to constructions in countries with greater capital resources and investments in technology. Thus, based on the idea that the high performance of Brazilian residential construction tends to focus on economically privileged minorities, one of the greatest challenges in contemporary times is the transposition of the term Sustainable Development, in face of existing social inequalities, as well as insufficient Availability of technology production in Brazil. For this, fundamental categories were raised to the analysis of health of the housing-based building in Espírito Santo, thereby creating a synoptic picture of intersection between the categories and the subsystems of the building. Then, it was observed that each category inspired the use of a specific measuring instrument, which should be considered in the software program. Finally, these elements were constituted in software, through the Arduino. In this way, a cross-disciplinary approach was sought to integrate concepts from the health area to civil construction, both of which were implicated in software which, in turn, proved possible under material conditions to promote people's quality of life.
Keywords: health, housing, performance, software

INTRODUÇÃO

A emergência por edificações mais eficientes que sejam capazes de declinar os efeitos drásticos da ocupação humana crescente e desordenada viabilizou uma série de estudos, nos últimos 30 anos para conduzir o desenvolvimento das cidades, de forma mais sustentável. Desse modo, tal discussão é relativamente recente quanto às práticas sustentáveis em edifício ambiental e, extremamente recente, quanto à integração do Desenvolvimento ao conceito de Sustentabilidade.

Desde a segunda metade do século XX, e, especialmente, a partir da década de 1970, com a crise do petróleo, os desafios frente à utilização e exploração de recursos naturais foram continuamente nomeados e inseridos nos efeitos da ação humana, no percurso do desenvolvimento do capitalismo moderno. Este novo paradigma do desenvolvimento humano foi firmado, em 1992, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, resultando na Agenda 21.[2]

O marco para o Espírito Santo sobre os encaminhamentos do modelo de organização proposto na Agenda 21 se deu em 1996, com um documento conhecido, inicialmente, como a "Vitória do futuro" e, seis anos mais tarde, com a revisão, como "Um sonho em construção" (TRIGUEIRO e LEONARDO, 2012, p.03).

Essa proposta marcou a integração dos aspectos de desenvolvimento à política ambiental. A partir daí, o discurso de desenvolvimento sustentável sempre esteve presente nas políticas públicas da cidade. [1]

Ainda em 1996, em Istambul, Turquia, durante a segunda Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, o governo brasileiro assumiu o compromisso, por meio da Agenda Habitat por constituir o projeto de nação, baseado numa "visão positiva dos assentamentos humanos sustentáveis" garantindo a todos os indivíduos um "lar adequado, um meio ambiente sadio e seguro, serviços básicos e empregos produtivos e escolhidos livremente" (FERNANDES, 2003, p.22).

No entanto, esse cenário foi notado na construção civil de forma peculiar, já que se trata de uma prática que interage, de modo desequilibrado, as necessidades humanas por abrigos e artefatos para sua sobrevivência e progresso, ante a dimensão ambiental abundante, porém esgotável. Fala-se, então, em ações transformadoras no meio ambiental de modo desigual entre o que se explora e o que se repõe no meio. [2]

Por desempenho na construção civil entende-se como o conjunto de requisitos necessários ao longo de sua vida útil, para além da concepção da maneira como deve ser construída (BORGES, 2008).

Borges (2008) afirma que a interação entre os conceitos de desempenho no edifício e os esforços de desenvolvimento sustentável foi fortalecida com a publicação da Agenda 21 e da Agenda Habitat, que definiram princípios de abordagem do edifício, a partir de seu ciclo de vida e menor impacto no meio ambiente. O autor destaca uma das maiores dificuldades da análise de desempenho do edifício em função das condições

[1] Aluno do Curso de Engenharia Elétrica da Faculdade Novo Milênio.
[2] Mestrado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Espirito Santo; Arquitetura e Urbanismo pela Faculdade Brasileira; Graduanda em Ciências Sociais pela Universidade Federal do Espirito Santo; Professora do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Novo Milênio.
[3] Mestrado em Informática pela Universidade Federal do Espirito Santo; Sistemas de Informação pela Faculdade Católica Salesiana; Professor do Curso de Engenharia Civil e Elétrica da Faculdade Novo Milênio

envolvidas, por vezes, se tornarem imponderáveis, como a satisfação do usuário, dentro de determinadas condições de exposição do edifício. [3]

Para além do edifício como uma possibilidade de planejamento sustentável, essa pesquisa busca compreender as edificações já existentes, integradas como paisagem na cidade, na medida em que travam um conflito contemporâneo entre conceitos especializados e difundidos, cada vez mais entre profissionais afins, mas também a constatação de que nem todos os tipos sociais têm acesso às tecnologias sustentáveis da construção civil.

Dentro da condição de base social, o ciclo de vida de um sistema construtivo, bem como seus elementos construtivos que definem a performance ambiental, muitas edificações de baixa renda ou sem assessoria de um engenheiro ou arquiteto tendem a reunir elementos insuficientes para seu abrigo, a despeito do conforto ambiental e de aspectos da envoltória do edifício, como elemento fundamental para a saúde de seus ocupantes. Aliado a isso, as constantes manutenções, reformas geram investimentos incompatíveis com a realidade de seus usuários.

De acordo com o IBGE, dados de 2014, do total de construções empreendidas no Brasil, 43% correspondem a edificações, conforme gráfico 1. [4]

Gráfico 1 – Produção na Construção Civil (2014)

Fonte: IBGE, Paic, Bradesco.

Considerando a maior ocorrência das edificações no setor da construção civil, a autoconstrução se apresenta como uma realidade urbana que contém em si uma manifestação objetiva da autonomia da população no território. A sustentabilidade e os níveis de desempenho e adaptação do edifício, por vezes se encontra presente, por vezes, inexistem. [3]

O Brasil é um país reconhecido por sua diversidade cultural, racial e ambiental. Isso incide diretamente na capacidade especial de seu povo por diversificar as condições contingentes de abrigo/habitação, em relação a aspectos próprios de um país em desenvolvimento e de proporções geográficas continentais. Assim, essa pesquisa contribui para alargar a visão sobre esse tipo de construção, marcante na fisionomia das cidades brasileiras. E, com isso, integrar esforços entre o conhecimento e a práxis, para identificar possíveis caminhos e encaminhamentos materiais para a melhoria da qualidade de vida das pessoas.

Em outro ponto, é possível observar grande proveito dessa pesquisa aos profissionais de Engenharia e Arquitetura, na medida em que os coloca em contato com a realidade do espaço urbano criado e já consolidado. Logo, os esforços técnicos tendem a assumir valor singular, na medida em que suas ações no espaço levem em consideração o ambiente construído, suas necessidades e, especialmente, suas possibilidades de melhoria, por meio dos requisitos de sustentabilidade e conforto ambiental.

A saudabilidade é, portanto, para esta pesquisa, percebida como as condições positivas de habitabilidade, ante a percepção ótima de conforto do usuário, sob categorias de exposição da edificação, cujos sistemas construtivos são constituídos como meio de manutenção da saúde, ou habitabilidade do edifício.

O interesse em desenvolver projetos, construir soluções e vislumbrar melhorias em processos repetitivos nos motiva a aprender novos conceitos e desenvolver habilidades. Com a prática, saímos de pequenos protótipos e desenvolvemos grandes sistemas.

Nas últimas décadas, estes sistemas deixaram de ser puramente de software. Há, hoje, uma grande vertente no que concerne à construção de soluções físicas, de hardware, dada uma gama de componentes prémontados existentes. Esta nova realidade faz possível desde a criação de sistemas mais complexos, pervasivos, que interagem com o ambiente por meio de sensores.

Dentre os inúmeros exemplos a citar está a plataforma de prototipação Arduino, que permite a criação de circuitos eletrônicos variados, de diversas complexidades. Com esta plataforma, podemos criar desde pequenos sistemas de monitoramento e acionamento remoto até robôs com lógicas complexas.

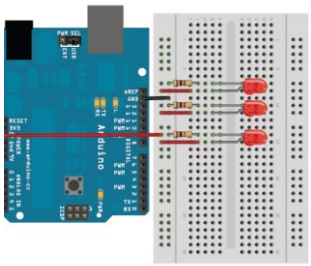


Figura 1 - Placa Arduino com um circuito prático utilizando LEDs

O Arduino oferece uma interface de hardware proporcionando todo o circuito necessário para funcionamento do microcontrolador e uma interface e ambiente de desenvolvimento em software para programação segundo Banzi, (2011). O ambiente Arduino foi desenvolvido para ser fácil para iniciantes que não possuem experiência com desenvolvimento de software ou eletrônica (MARGOLIS, 2011).

Tão importante quanto construir soluções e sistemas para gerenciá-las é permitir que estas tecnologias se comuniquem, de forma eficiente, precisa e segura. Esta comunicação deve ocorrer não só entre si, mas também com o mundo afora, numa perspectiva tecnológica, ou seja, com a Internet.

Esta comunicação entre os objetos a nossa volta e a Internet originou um novo paradigma de comunicação denominado Internet das Coisas (Internet of Things - IoT). A partir de protocolos criados especificamente com este novo paradigma em mente é possível considerar a comunicação de diversos objetos (ou coisas) que passam

a fazer parte do contexto da Internet com a comunicação que promovem.

Para que todas estas práticas sejam suportadas é preciso prover também uma interface de comunicação entre os diversos componentes necessários ao controle dos componentes utilizados, como os robôs e os diversos sensores nele existentes. Nos dias de hoje, esta comunicação pode ocorrer integralmente com auxílio de redes sem fio, o que origina um novo paradigma de utilização da Internet: a Internet das Coisas (IoT).

A ideia básica deste novo paradigma é a presença pervasiva de diversas coisas ou objetos, como por exemplo tags RFID, sensores, atuadores, telefones celulares, eletrodomésticos, ou qualquer outro dispositivo conectado à Internet o qual, a partir de um endereçamento único e um padrão de comunicação, são capazes de interagir e cooperar entre si para atingirem objetivos específicos (L. Atzori, A. Iera, G. Morabito, 2010).

Com isto, torna-se possível, por exemplo, o desenvolvimento de uma casa inteligente no qual sensores e robôs cooperando para a realização de tarefas específicas e sincronizando informações a partir de sensores.

Os sensores são dispositivos que mudam de estado conforme a interação com o ambiente. Seu hardware pode ser composto por diversos componentes eletrônicos ou por apenas um componente. Estes dispositivos podem interagir com diversos tipos de grandezas físicas, tais como temperatura, movimento, pressão, entre outras, convertendo essas grandezas em sinais elétricos analógicos ou digitais.

Dentre os vários tipos de sensores, serão apresentados, no decorrer das próximas seções, os sensores considerados mais importantes para o desenvolvimento desta pesquisa: temperatura, som, umidade e ruído.

O objetivo desta pesquisa é projetar e desenvolver um software para o controle de saudabilidade de habitações unifamiliares.

Por meio da placa Arduino e o conjunto de sensores e Shields é possível realizar as medições da temperatura, som, umidade e ruído. Essa mediação ocorrera a cada ciclo definido pelo usuário (minuto ou hora), por meio da rede sem fio.

O processo ocorre quando o sensor envia para o software por intermédio do ThingSpeak (ThingSpeak, 2016), por meio dessa mediação e as expressões matemáticas representadas no software é possível tomar decisões para a saudabilidade de habitações

MÉTODOS

Esta pesquisa tipifica-se como exploratória, de ordem qualitativa. Este estudo foi dividido em quatro etapas. No primeiro momento da pesquisa, foi necessário relacionar conceitualmente o desempenho da edificação habitacional aos parâmetros aplicados na área da saúde para o corpo humano. O quadro teórico, inicialmente voltado ao conceito do “edifício doente”, em função da qualidade do ambiente interno, ampliou-se colocando esta como apenas uma categoria, da totalidade de desempenho.

Em seguida, os conceitos e parâmetros analisados na fase bibliográfica conduziram para a adoção da Norma de desempenho habitacional, NBr 15.575/2013. A partir dela, foi possível gerar um quadro sinóptico de intersecção entre as categorias e os subsistemas do edifício. A terceira etapa constituiu a construção do software.

Durante a etapa da construção do software foi realizado o projeto por meio de levantamentos bibliográficos para identificar a melhor linguagem e padrão de comunicação para ser construído o software.

Por meio da documentação levantada realizamos o levantamento e requisitos, analisando as demandas necessárias para o projeto e a engenharia do software.

Para o desenvolvimento do software foram analisadas algumas soluções proprietárias e outras open source. Como o objetivo é obter um sistema robusto e com o menor custo possível, optou-se pelas seguintes soluções de código livre: servidor Web, foi escolhido o servidor Apache, por se tratar de uma aplicação open source, com vasta documentação disponível; A linguagem de programação foi o php, devido sua fácil implementação e o conhecimento prévio dos alunos; O sistema de gerenciamento de banco de dados será o MySQL, por se tratar um banco de dados otimizado para aplicações web.

Para realizar a comunicação com o software e os sensores do arduino foi realizado um estudo utilizando o ThinkSpeak (ThinkSpeak, 2016) uma plataforma de IoT Open Source, que dispõe de uma API que permite que dados sejam enviados e posteriormente mostrados em forma de gráficos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A edificação residencial integra critérios de habitabilidade, de acordo com a NBr 15.575/2013. Considerando o conjunto de requisitos e procedimentos, os métodos de avaliação são fundamentais para compreender o edifício, em função do conforto ambiental dos usuários associado às condições de exposição do edifício.

- Desenvolvimento do projeto de software

Ao longo do tempo, a computação vem ajudando pessoas comuns a fazerem seus trabalhos de forma cada vez mais rápida e eficiente. Com o advento da automação, tarefas repetitivas podem ser realizadas por máquinas.

Para o desenvolvimento da interface do software foi utilizado a linguagem PHP (Personal Home Page Tools) é uma linguagem que permite criar sites Web dinâmicos, sistemas empresariais, sistemas de medições, interface com outros sistemas, também a possibilidade de interação com os usuários por meio de formulários, parâmetros, parâmetros da URL e links [11].

O PHP também é uma linguagem em forma de script que interage no lado do servidor para a criação de páginas dinâmicas na Web [12].

Uma linguagem script, pode ser entendida como uma página que é interpretada pelo servidor, devolvendo um formato HTML de acordo com a requisição de um browser cliente. Este script funciona como um direcionador de saída que irá exibir ao cliente uma página HTML. Isso quer dizer que o código do desenvolvedor é protegido e apenas o HTML que os usuários conseguem visualizar.

Para o desenvolvimento do software proposto é importante que tenha uma base de dados para que seja armazenado os valores e resultados durante as medições. Tais medições serão armazenadas neste banco de dados para que seja utilizada em futuras decisões durante o projeto.

Para que as informações serem persistentes foi utilizado para o desenvolvimento do banco de dados foi utilizado a linguagem MYSQL (Structured Query Language (SQL) é uma linguagem estruturada para manipulação de dados. É padronizada para os bancos de dados relacionais, mas cada gerenciador pode possuir uma extensão própria dessa linguagem (SQL Server, 2000). Quem vai executar propriamente os comandos como inserir, alterar, excluir, listar entre muitos outros, é o gerenciador.

O MySql é um banco compatível com diversas linguagens de programação incluindo o SQL e o PHP. Oferece uma plataforma completa, rápida e fácil de ser utilizada.

Para realizar a integração entre o Arduino e a linguagem PHP será utilizada a plataforma ThinkSpeak. Conforme ilustrado na figura 2, mostra uma simulação utilizando dois sensores: temperatura e umidade. Note que o gráfico mostra a umidade e a temperatura durante um intervalo de tempo.

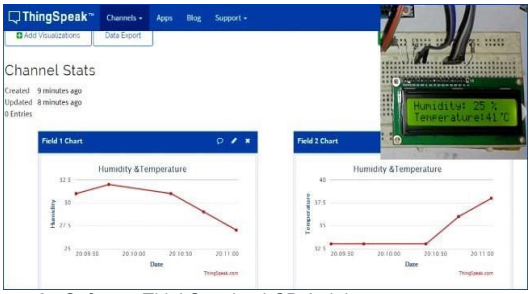


Figura 2 - Software ThinkSpeak e LCD Arduino

O ThinkSpeak é capaz de transmitir diversos tipos de sensores diferentes. Conforme mostra na figura 2 apresenta a temperatura até o mesmo os componentes infravermelhos podem ser utilizados durante o processo. A figura 3 representa muito bem o que será o projeto. Por meio dos sensores distribuídos nas habitações é possível realizar o envio destes dados para o software calcular as possibilidades da saudabildiade das habitações conforme parâmetros que foi adotado nas normas.

Figura 3 – Produção na Construção Civil (2014)

Embora o uso do ThingSpeak é "dar voz" aos objetos do cotidiano, parece que há uma tendência emergente muito comum sobre o que os usuários podem construir a partir da IoT.

Diversos estudos têm mostrando que a IoT será mais útil em um ambiente organizacional, especialmente para gerenciamento de estoque, produção eficiência, gestão de resíduos, planeamento urbano, sensoriamento ambiental, interação social, atendimento contínuo, resposta de emergência, produto inteligente gestão, bem como outros usos focados na criação de eficiente e sustentável [13].

Para os indivíduos e domicílios particulares, prevê-se que o IoT Incorporar medição inteligente de eletricidade, a domótica e compras inteligentes. Em geral, o típico aplicativos de qualquer API usada para conectar objetos ao IoT e ampla, com implicações de longo alcance.

- A extensão do desenvolvimento do projeto

A extensão foi realizada na escola estadual Agenor Roris localizada no município de Vila Velha no Espírito Santo, com um grupo de aproximadamente 35 alunos divididos em grupos menores. Todos os alunos eram do 3º ano do nível médio.

Foi realizado a extensão por meio de dividida em três ilhas de conhecimento, os grupos de alunos pesquisadores e desenvolvedores de inovação e tecnologia se concentraram em apresentar aos grupos de alunos da escola elementos fundamentais, de acordo com abordagem personalizada.

Ao final da atividade, após integração com as ilhas de conhecimento, os alunos foram conduzidos a responder um questionário. Neste, constavam perguntas objetivas sobre o nível de conhecimento prévio do aluno sobre Conforto Ambiental e sobre os sensores que foram utilizados no arduino. Além disso, foram questionados, o tipo de moradia do aluno, o nível de conforto térmico da residência, bem como o interesse em receber uma visita técnica para medição e diagnóstico da saudabilidade de sua moradia.

A figura 2 mostra que o grupo de alunos que realizamos a pesquisa tinha um baixo conhecimento do assunto que estamos abordando. Muitos destes assuntos não são tratos na prática nas disciplinas regulares do ensino fundamental / médio.

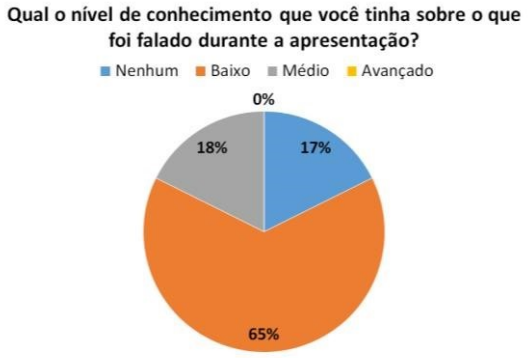


Figura 2 – Pesquisa da Extensão

Figura 3 – Pesquisa da Extensão

Na figura 3 visualizamos os tipos de moradia que o público do trabalho realizado reside. A grande parte com 54% era em casa e a segunda maior parte 43% é em apartamento. Logo entendemos como é importante o desenvolvimento deste projeto e demais investimentos de pesquisas para as habitações;

Na figura 4 perguntamos sobre o conforme com o viés na temperatura, buscando avaliar termicamente a habitação verificando se o usuário (individuo) está ou não satisfeito com o local onde habita.

Figura 4 – Pesquisa da Extensão

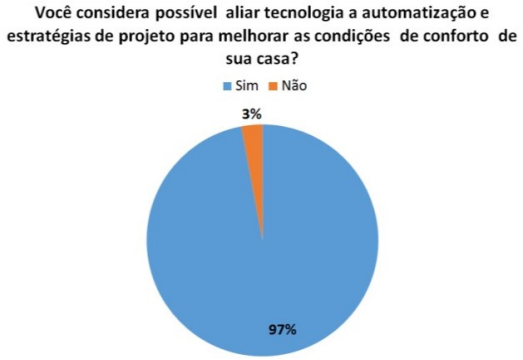


Figura 5 – Pesquisa da Extensão

Com o propósito de entender também melhor o público que estávamos entrevistando, verificando se já possuía algum sistema de automatização residencial utilizando algum tipo de sensor ou placa inteligente. Percebemos que 97% dos estudantes não tinha ainda acesso a este tipo de sistemas em suas residências.

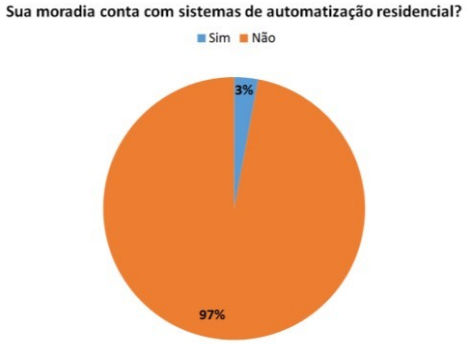


Figura 6 – Pesquisa da Extensão

Para fechar a entrevista questionário buscamos aliar com uma pergunta o conforto com a tecnologia, uma vez que isso é parte da pesquisa realizada nesse trabalho. Isso ocorre quando o software estiver com o banco de dados implementando e os dados e informações gravadas. Essas informações serão coletadas pelo sistema a cada ciclo definido pelo usuário para alimentar o software.

Na figura 6 notamos que 97% dos estudantes consideram importante aliar a tecnologia a automatização para melhorar condições de conforto de sua residência. O que oportuniza este trabalho com o objetivo de melhorar a saudabilidade de habitações logo como consequência o bem-estar e a qualidade de vida dos usuários (moradores) desta habitação.

Por fim, estima-se que alguns conceitos apresentados, bem como estratégias de melhoramento do desempenho térmico de moradias, possam se desdobrar em práticas cotidianas, por parte dos alunos em suas respectivas moradias, viabilizando maior conforto, especialmente, térmico. Além disso, espera-se que o projeto tenha suscitado o interesse de alguns alunos pelas Engenharias e, sobretudo, pela pesquisa e inovação como caminhos possíveis à sua trajetória educacional escolar.

A oportunidade de levar os projetos para além da sala de aula é um desafio nas instituições. Este projeto ao coloca o aluno em contato com um leque de possibilidades e oportunidade de desenvolver a pesquisa e levar a proposta para campo.

Nas figuras 7 e 8 tivemos a participação dos alunos bolsistas da Engenharia Civil e Engenharia Elétrica, no qual realizaram a explicação do projeto para os estudantes da escola que aplicamos a extensão. Para os estudantes das engenharias foi uma oportunidade ímpar de colocar os conhecimentos adquiridos no projeto e em sala de aula na prática por meio de um público.

Figura 7 – Foto da Engenharia Civil

Figura 8 – Foto da Engenharia Elétrica

Nesse sentido, o quadro de análise a ser considerado no software elencou condições e métodos de cálculo. Porém, algumas categorias não são passíveis de medição, por meio do software, a exemplo da estanqueidade, conforto tátil e antropodinâmico. Além disso, se observou que os instrumentos de medição, por exemplo, de fluxos de calor podem ser variações e, com isso, impedir a leitura precisa dos parâmetros de desempenho térmico.

Outra acepção que se obteve está na liberdade humana como limite à regularidade dos fenômenos de desempenho presentes na edificação. Os moradores podem interferir nos resultados de medição e avaliação dos níveis de habitabilidade, já que podem alterar seus hábitos, durante o período de avaliação, para gerar resultados mais positivos ou mais negativos, quanto à saudabilidade.

A moradia é um dos elementos fundamentais de segurança social num país. Carlos Lemos (1989) destaca como um fenômeno cultural, cujo objetivo é, antes de tudo, abrigar. Isso tende a variar mediante a relação com que cada sociedade estabelece entre o progresso do "habitar", por efeito da modernidade, e a vigência dos vínculos dos usos e costumes tradicionais. [6]

Weimer (2005) confirma a ideia da arquitetura doméstica como um fenômeno eminentemente cultural. E, acrescenta que, da interação entre diversas culturas, surgem novos arranjos no modo de construir. Nesse sentido, as cidades passam a ser divididas, segundo critérios físicos e sociais, e assim, compõem sua dialética na compreensão da eficiência de um edifício, a partir da integralização das funções do objeto, de acordo com as técnicas construtivas disponíveis e ao seu alcance econômico. [7]

No entanto, Milton Santos (2012) adverte que o espaço habitado é objeto resultante das interações e dos movimentos empreendidos na sociedade que, constantemente, relaciona formas, funções e sentidos à paisagem. O autor afirma que

> [...] as formas não nascem apenas das possibilidades técnicas de uma época; dependem também das condições econômicas, políticas e culturais, etc. A técnica tem um papel importante, mas não tem existência histórica fora das relações sociais (SANTOS, 2012, p. 75).

Este trabalho aborda o conforto ambiental em edificações domésticas populares, inserida nas considerações do edifício ambiental e saudável. Isso integra a discussão nos âmbitos da eficiência em condições sociais, econômicas e culturais.[8]

Acredita-se que o lugar é dotado de características singulares, não somente sob o ponto de vista geográfico, mas também morfológico, cultural, estético acrescido de uma infinidade de arranjos sociais e políticos que lhe dão forma. Portanto, dentro da ótica de ocupação do espaço, a arquitetura neovernacular intensifica a abrangência da construção sustentável numa cidade, a partir de um olhar otimizado. De alguma maneira, a construção popular nos apresenta essa questão.

A casa se configurou das relações colonizadoras patriarcais, de solidariedade e de associação moral entre o patrão e o empregado, gerando uma estrutura familiar emaranhada. Logo, o confronto entre os estamentos se tornou um compromisso. Isso se refletiu na arquitetura, já que "dessa estrutura familiar resultou uma forma de compromisso entre as culturas em confronto: da porta para fora da sociedade se regia pelas regras lusitanas, e da porta para dentro pelas nativas" (WEIMER, 2005, p.57).

A implantação e as fachadas atendiam ao escopo trazido pelos colonizadores portugueses, no entanto, a divisão interna e a disposição dos cômodos eram fortemente influenciadas pelas nativas, as matriarcas que passavam a maior parte de suas vidas no seu interior (WEIMER, 2005).

Mais a frente, no início do século XX, ocorreu o Movimento Moderno e a arquitetura rompeu os laços com o passado e com as formas de construção tradicionais, pois acreditavam que mudando o espaço habitado mudaria a vida das pessoas. Os arquitetos modernos pretendiam moldar o sistema construtivo da época, pois acreditava-se que todos possuíam as mesmas necessidades, independente das diferenças sociais e culturais.

Silmara Fieber (2012) estabelece o diálogo entre as técnicas arquitetônicas tradicionais aos preceitos de sustentabilidade, destacando a possibilidade de alcançar efeitos positivos na construção, diante dos desafios que a arquitetura contemporânea impõe, sem que seja necessário voltar às técnicas tradicionais, num movimento descontextualizado. Antes, propõe incitar a consciência das contribuições das estratégias técnicas-projetuais, minimizando seus impactos. [9]

As técnicas construtivas tradicionais presentes no Brasil no início de sua colonização foram indistintamente apoiadas no tripé do sistema colonial que sustentou o Império Português: a monocultura, o latifúndio e a escravidão. Fatos relevantes por aliar questões sociais, políticas e de ordem técnica que foram materializados nas obras arquitetônicas visando à adaptação local tanto no uso dos materiais, clima e mão-de-obra como das culturas que se somaram em solo brasileiro (FIEBER, 2012, p. 33).

Gilberto Freyre (2006) relaciona o processo de formação social no Brasil à diversidade cultural, pelo "contato com outros povos" que, por serem desiguais, criaram um espectro variado de habitação. [10]

O contraste da habitação rica com a pobre no Brasil não se pode dizer que foi sempre absoluto, através do patriarcalismo e do seu declínio, com toda a vantagem do lado do sobrado, e toda a desvantagem do lado do mucambo ou da palhoça. Pode-se até sustentar que o morador do mucambo construído em terreno seco, enxuto, a cobertura dupla protegendo-o bem da chuva, foi e é o indivíduo mais higienicamente instalado no trópico que o burguês e, sobretudo a burguesa do antigo sobrado. Ou que o pequeno burguês de casa térrea (FREYRE, 2006, p.301).

Desta evolução histórica, Weimer (2005) ressalta que a contribuição maior de estudos que voltam o olhar para a construção popular é a oportunidade de "examinar a diversidade das adaptações que a população brasileira foi capaz de fazer ao longo de sua história e na atualidade" (p.3). E, com isso, refletir sobre as interações culturais apreendidas e transformadas no espaço, não só com o intuito de conhecer e revelar a identidade, mas, sobretudo de avaliar em quais medidas a arquitetura erudita e a arquitetura popular podem coexistir em consonância na evolução da cidade, por meio da qualidade de vida de seus habitantes.

De acordo com Weimer (2005), Enquanto a arquitetura popular tende à satisfação de necessidades imediatas, as manifestações eruditas se caracterizam por uma preocupação mais acurada das características estéticas (WEIMER, 2005, p. 286).

Atualmente no Brasil, há um conjunto de estudos e experiências conduzidas por Universidades, que buscam contribuir para uma concepção de edificações e comunidades mais sustentáveis, sobretudo, para populações mais carentes. Para isso, os laboratórios estudam maneiras de avaliar os impactos causados ao ambiente e à saúde dos indivíduos.

Destaca-se a linha de pesquisa em Edificações e Comunidades Sustentáveis, do Núcleo Noire do programa de pós-graduação em Engenharia Civil na UFRGS que, ao longo de cerca de 20 anos, investiga soluções habitacionais mais sustentáveis, voltadas para a população de baixa renda. Uma das contribuições do Noire foi o entendimento da sustentabilidade como um processo do estabelecimento da saudabilidade de um edifício. A partir dessa condição, o edifício é analisado em função dos dispositivos que garantam a integridade do edifício, não somente por questões estruturais, mas, sobretudo, pela integração de conceitos e indicadores que questionam a produção do espaço, desde os assentamentos até a capacidade de resiliência das unidades habitacionais, diante de possíveis ameaças (GONÇALVES, 2015).

- Indicadores de saudabilidade

Os indicadores de saudabilidade utilizados nessa pesquisa baseados na norma de desempenho NBR 15575/2013, categoria de habitabilidade, conforme figura 1. Nas categorias de desempenho temos, desempenho térmico; desempenho lumínico; desempenho acústico; estanqueidade; saúde, higiene e qualidade do ar; funcionalidade e acessibilidade; conforto tátil e antropodinâmico. O edifício é subdividido em pisos, vedações verticais internas, vedações verticais externas e coberturas.

Na categoria de desempenho térmico tem-se que, conforto térmico, se refere ao estado mental que expressa a satisfação do homem com o ambiente térmico que o circunda. A não satisfação pode ser causada pela sensação de desconforto pelo calor ou pelo frio, quando o balanço térmico não é estável, ou seja, quando há diferenças entre o calor produzido pelo corpo e o calor perdido para o ambiente.

Quadro sinóptico: categorias de habitabilidade.

ESTUDO DE SAUDABILIDADE DO EDIFÍCIO BASE DE ANÁLISE: NORMA DE DESEMPENHO 15.575/2013 CATEGORIA DE ANÁLISE: HABITABILIDADE		SISTEMAS DO EDIFÍCIO				DIAGNÓSTICO/ TERAPIA	
		Pisos	Vedações verticais internas	Vedações verticais externas	Coberturas	Diagnóstico	Terapia
CATEGORIAS DE ANÁLISE: HABITABILIDADE	Desempenho térmico						
	Desempenho lumínico						
	Desempenho acústico						
	Estanqueidade						
	Saúde, higiene e qualidade do ar						
	Funcionalidade e acessibilidade						
	Conforto tátil e antropodinâmico						

Fonte: autores (2016)

Para entendermos o desempenho térmico de paredes e janelas como forma de alertar para a escolha adequada de componentes construtivos, utilizamos os seguintes parâmetros, absortância térmica que representa o percentual da parcela de radiação que determinada superfície irá absorver; condutividade térmica que representa a capacidade de determinado material conduzir maior ou menor quantidade de calor por unidade de tempo, quanto maior seu valor, maior a quantidade de calor transferida entre as superfícies; transmitância térmica, determinada pelo inverso da resistência térmica total do fechamento, por meio desta variável que se pode avaliar o comportamento de um fechamento opaco frente à transmissão de calor; capacidade térmica é a quantidade de calor necessária para variar em uma unidade a temperatura de um sistema; inércia térmica, ao conduzir o calor, o material retém uma parte no seu interior em consequência de sua massa térmica. Quanto maior a massa térmica, maior o calor retido, e estes serões devolvidos ao interior quando a temperatura do ar for menor que a superfície.

CONCLUSÃO

A discussão em torno da saudabilidade do edifício identifica, por meio da emergência por edifícios eficientes e mais sustentáveis, possibilidades para sua repercussão na cidade. Isso independe do poder aquisitivo e das condições materiais contingentes que, muitas vezes, são responsáveis por criar espaços urbanizados, cada vez mais desequilibrados, pela não vigilância da qualidade de

ar, qualidade da água, qualidade dos solos e dos alimentos e qualidade do paisagismo.

Nesse sentido, cabe inferir que estudos que promovam construções, mas também realidades sociais mais eficientes e menos predatórias aos recursos naturais não renováveis devem ser estimulados como prática constante nas instituições de ensino.

É possível se beneficiar com as diversas tecnologias da informação e comunicação aliando as diversas áreas de conhecimento. Como por exemplo apresentado neste artigo a área das engenharias realizando essa interdisciplinaridade. Percebemos que a pesquisa se torna mais dinâmica e participativa, fugindo do método tradicional de apenas uma disciplina.

REFERÊNCIAS

[1] TRIGUEIRO, Aline. LEONARDO, Flávia Amboss M. Política ambiental e Agenda 21 da cidade de Vitória: algumas reflexões críticas. Revista VITAS Visões Transdisciplinares sobre Ambiente e Sociedade www.uff.br/revistavitas Nº 2, janeiro de 2012.

FERNANDES, Marlene. Agenda Habitat para Municípios/Marlene Fernandes. Rio de Janeiro: IBAM, 2003.

BORGES, Carlos Alberto de Moraes. O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil. - São Paulo: EPUSP, 2008. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em 21/04/2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15575 - Partes 1-6: Desempenho de Edifícios Habitacionais. Rio de Janeiro, 2013.

[2] LEMOS, Carlos A. C. A casa brasileira. São Paulo: Contexto; 1989.

WEIMER, G. Arquitetura popular brasileira. São Paulo: Martins Fontes, Col. Raízes, 2005.

SANTOS, Milton. Metamorfoses do Espaço Habitado: Fundamentos Teóricos e Metodológicos da Geografia. São Paulo: Edusp; 2012.

FIEBER, Silmara Dias. Técnicas Construtivas Tradicionais: Os primórdios da sustentabilidade. Revista Thêma et Scientia – Vol. 2, n. 1, [s.l], pp. 32-38, Jan./Jun. 2012.

FREYRE, Gilberto. Sobrados e mucambos: Desenvolvimento do patriarcado e desenvolvimento do urbano. 16ed. São Paulo: Global; 2006.

VIVAS, Maurício. Aplicações Web utilizando PHP. Disponível em: Acesso: 13 set. 2001.

ANSELMO, Fernando. PHP e MySQL para Windows. Florianópolis: Visual Books, 2000.

Kyriazis, D. et al. 2013. Sustainable smart city IoT applications: Heat and electricity management & Ecoconscious cruise control for public transportation. World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM), 2013 IEEE 14th International Symposium and Workshops on a (2013), 1–5.

Estimativa de recalque em estaca hélice contínua

DIAS Vanessa B[1]; MORESCHI Morgana[2]

RESUMO

Introdução. A previsão de recalque é fundamental para o projeto de fundação para garantir um bom funcionamento da estrutura durante sua vida útil. Para verificação do desempenho da fundação é realizado a prova de carga, que consiste na aplicação de cargas e registros dos deslocamentos, obtendo como resultado a curva carga vs recalque. A estimativa de recalque será analisada pelo método semi empírico de Aoki – Lopes (1975), que considera o encurtamento da estaca e a deformação do solo que envolve a fundação. **Objetivo.** Analisar os resultados da estimativa de recalque em estaca hélice contínua. **Método.** Foram analisados dois estudos de caso, onde foram realizados ensaios de prova de carga. A partir dos dados obtidos no ensaio foi comparado os recalques sofridos por um método de estimativa semi empírico, Aoki – Lopes (1975). Neste método é considerada a deformação na própria estaca, o encurtamento elástico, considerando o módulo de elasticidade do concreto somado com a deformação na camada do solo, que contribui para a tensão lateral e de ponta, quando aplicada uma carga no topo da estaca. **Resultados.** Os resultados demonstram a estimativa do recalque pelo método de Aoki-Lopes (1975) com base nas informações do SPT e comparado ao resultado do ensaio de prova de carga houve diferença nos valores e mesmo diante desta diferença entre os recalques, pode-se considerar que o método é eficaz e confirma a prova de carga, esclarecendo o comportamento da fundação quanto ao seu desempenho interação solo-estrutura, de forma a minimizar possíveis erros de projeto e evitar danos maiores à construção. **Conclusão.** Diante das análises realizadas neste estudo, os resultados permitem concluir que o método semi-empírico de Aoki-Lopes se mostra adequado à estimativa de recalque, e a variação dos resultados pode ser atribuída à variabilidade natural do solo e pelo método executivo da estaca.
Palavras-chave: estaca hélice contínua, recalque, método semi empírico

ABSTRACT

The prediction of settlement is fundamental to the foundation design to ensure a good functioning of the structure during its useful life. To verify the performance of the foundation, the load test is performed, which consists of the application of loads and records the displacements, obtaining as a result the load vs. displacements curve. The estimate of settlement will be analyzed by the semi empirical method of Aoki - Lopes (1975), which considers the shortening of the pile and the deformation of the soil that surrounds the foundation. To analyze the results of the estimation of settlement of Auger cast piles. Two studies were carried out, where load tests were carried out. From the data obtained in the test, we compared the recharges suffered by a semi empirical estimation method, Aoki - Lopes (1975). In this method the deformation in the pile is considered, the elastic shortening, considering the modulus of elasticity of the concrete added with the deformation in the soil layer, which contributes to the lateral and tip tension, when a load is applied to the top of the pile. The results demonstrate the estimation of the repression by the method of Aoki-Lopes (1975) based on the information of the SPT and compared to the result of the test of load test there was difference in the values and, even in face of this difference between the recharges, it can be considered that the method is effective and confirms the load test, showing the behavior of the foundation as to its soil-structure interaction performance, in order to minimize possible design errors and to avoid major damage to the construction. Considering the analyzes performed in this study, the results allow to conclude that the semi-empirical method of Aoki-Lopes is adequate to the estimation of settlement, and the variation of the results can be attributed to the natural variability of the soil and by the executive method of pile.
Key-words: Auger cast pile, settlement, semi-empirical method

INTRODUÇÃO

Segundo Barros[1], um dos desafios na engenharia de fundação é prever os recalques que os elementos de fundações irão sofrer a curto e longo prazo. Desta forma, é necessário que o recalque seja limitado e monitorado para garantir um bom desempenho da estrutura projetada durante sua vida útil. Diante deste desafio, a incerteza existe, principalmente nas fundações profundas, onde não são visualmente analisadas. Porém, existem métodos de previsão para serem utilizados.

É fundamental que a previsão de recalque seja realizada com cautela, pois o monitoramento dos recalques é importante para o desempenho da edificação. Para garantir a estabilidade da edificação, as cargas aplicadas ao solo de fundação devem ser compatibilizadas com as cargas da superestrutura. A fundação, como elemento estrutural, deve transferir a carga da superestrutura para o solo.[2,3]

Para o desenvolvimento de um projeto de fundação, é necessário uma investigação geotécnica. No Brasil, o ensaio mais utilizado para conhecer o subsolo e os tipos de solo que o compõe é o SPT (*Standard Penetration Test*), que permite a classificação dos solos de cada camada, a verificação do nível do lençol freático e o valor da resistência à penetração (Nspt), que consiste no número de golpes aplicados na cravação.[4,5]

Amann[6] relata que, para o projeto de fundação, deve ser investigado se a estrutura suporta recalques na sua situação de trabalho.

Dentre as solicitações do mercado da construção civil por fundações sem vibrações e sem impactos sonoros, a estaca hélice contínua teve um grande desenvolvimento nos últimos anos, sendo uma estaca muito aplicada em grandes centros urbanos.[7-9]

Segundo Goeking[10], a estaca hélice contínua propicia alta produtividade e possibilita execução em qualquer tipo de solo e abaixo do nível da água, devendo ser considerado o tipo de edificação, pois cada obra deve ter uma fundação específica.

Pode-se conceituar estaca hélice contínua como um tipo de fundação profunda constituída de concreto, moldada *in loco* e executada por meio de trado contínuo e injeção de concreto pela própria haste do trado[11-13]. As estacas hélice contínua tiveram sua origem nos Estados Unidos nos anos 50. No Brasil, foram introduzidas no final da década de 1980.[13]

O processo executivo desta estaca consiste nas seguintes fases: perfuração do terreno através de trado helicoidal até a profundidade especificada em projeto; injeção de concreto sob pressão controlada simultaneamente à extração da perfuração e a colocação da armadura.[1,7,14]

[1] Aluna do 10º Período do Curso de Graduação de Engenharia Civil da Faculdade Novo Milênio, Vila Velha – ES, Brasil
[2] Engenheira Civil pela Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil, especialista; Professora do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Novo Milênio, Vila Velha – ES, Brasil

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil
Faculdade Novo Milênio, Vila Velha, ES, Brasil
Email: vanessa_bonini@hotmail.com/ m.moreschi2@gmail.com
Data de envio para banca: 01/12/2017
Data de aceite: 11/12/2017

As estacas hélice contínua possuem um sistema de monitoramento composto por um conjunto de sensores posicionados no equipamento e que captam informações sobre a execução em tempo real e as transmitem para um computador existente na cabine do operador. Este monitoramento permite o acompanhamento de todas as fases do processo executivo e a análise dos dados permitindo uma avaliação da estaca executada.[15]

A prova de carga consiste em aplicar esforços estáticos, registrando as cargas aplicadas e os respectivos deslocamentos verticais, sendo o seu principal objetivo a determinação da curva carga vs recalque da estaca e sua correspondente capacidade de carga.[16]

Todos os procedimentos para realização do ensaio de prova de carga e os dispositivos de aplicação de carga e de medição são regidos pela NBR 12131: 2006.[17]

Ao aplicar uma carga vertical (P) no topo da estaca implicará em duas deformações: o encurtamento elástico da própria estaca (ρ_e) e o deslocamento vertical de compressão da camada de solo (ρ_s) que envolvem a estaca até a sua base.[18]

A realização de prova de carga sobre estaca objetiva aferir o comportamento previsto em projeto tanto da capacidade de carga quanto do recalque, o coeficiente de segurança do estaqueamento e a resistência de ponta e atrito lateral (neste caso, quando a prova de carga for instrumentada).[19]

A prova de carga traz como resultado a curva carga vs recalque. É importante frisar que se trata da análise de uma estaca isolada, cujo atrito lateral mobilizado é sempre positivo e não se tem o efeito de grupo considerado. O comportamento carga vs recalque geralmente é avaliado apenas pela carga aplicada no topo da estaca.[20]

A carga é medida pelo deslocamento resultante da estaca. A partir disso correlaciona-se a curva de resultados às especificações de projeto. Caso as provas de carga tenham sido realizadas após a execução de todo o estaqueamento, isto é, sejam provas de carga apenas para verificação, se os resultados observados estiverem dentro das tolerâncias permitidas, em geral a conclusão é extrapolada e as demais estacas da obra são tidas como dentro das conformidades; caso não esteja dentro do permitido, a norma brasileira recomenda que uma nova campanha de ensaios seja realizada. Na prática, pode-se optar diretamente pelo reforço de toda a fundação já executada em caso de resultados no ensaio de prova de carga fora do esperado.[17]

Caso as provas de carga sejam feitas antes da execução de todo o estaqueamento, isto é, na fase de projeto, um resultado fora do especificado pode conduzir a uma revisão geral do projeto, como alteração de comprimentos previstos, diâmetros ou até mesmo a substituição do tipo de estaca utilizada.[21]

As deformações de recalque ocorrem quando há deslocamento vertical de um ponto da estrutura a medida que a fundação é solicitada.[18]

Podem-se ter diferenças muito relevantes nos valores do recalque total previstos e os observados em uma prova de carga para cada elemento de fundação, principalmente devido a variabilidade natural do terreno.[13]

Os métodos utilizados para previsão de recalques semi empíricos usam os resultados dos ensaios de campo para analogia com o módulo de deformidade.[22]

Devido à grande complexidade na previsão do comportamento real do solo e diante da dificuldade em esclarecer as incertezas inerentes a todo dimensionamento geotécnico, é necessário compreender melhor a compatibilidade entre o método de previsão dos recalques e os resultados obtidos por ensaios de campo. A melhor compreensão dessa relação entre valores estimados e medidos de recalque proporcionará uma ferramenta de auxílio mais adequada e compatível com o interesse da obra.

Este artigo tem como objetivo realizar uma análise comparativa entre os resultados da estimativa de recalque em estaca hélice contínua através do método de Aoki-Lopes e os valores obtidos por meio de ensaio de prova de carga estática.

MÉTODO

Foram efetuadas pesquisas e análise dos dados, no período de fevereiro a outubro de 2017, onde foram verificados os resultados de ensaios de prova de carga estática em estaca hélice contínua, realizados por uma empresa especializada em fundações, em duas obras localizadas no município de Vila Velha – ES. Os ensaios, a execução do estaqueamento e as sondagens foram realizados nos anos 2011 e 2013.

Não foi considerado o efeito de grupo das estacas, e não foram realizados ensaios para determinar parâmetros de compressibilidade do solo. Os dados necessários foram obtidos através de correlações com os resultados do ensaio SPT.

Para a previsão de recalque pelo método Aoki-Lopes (1975), são fatores fundamentais: o encurtamento elástico do elemento de fundação e a deformação do solo.

O método de Aoki-Lopes ao considerar o encurtamento elástico da estaca e o recalque do solo, é o método que melhor se aplica para estimar os deslocamentos verticais; além de apresentar modelo matemático simples, mostrou-se eficiente para previsão do comportamento da estaca, esclarecido nos estudos de Barros[1], Prununciati, Garcia e Rodriguez[23] e na literatura de Cintra e Aoki.[18]

O método de Aoki-Lopes (1975) utiliza as equações de Midlin (1936), porém reescritas a modo de permitir a integração numérica.[15,24] Aplica-se a substituição das tensões que a estaca transmite ao terreno, pela ponta e pelo fuste por uma formação de cargas concentradas, aplicando seus efeitos na área de estudo.[15]

Uma estaca inserida no maciço de solo que está sujeita a uma carga vertical aplicada no topo, tende a se deformar para atingir uma nova condição de equilíbrio, e desta forma, esta carga gera um encurtamento da estaca.[1]

Para obter o encurtamento elástico da estaca foi aplicada a equação 1:

$$\rho e = \frac{1}{A\,.Ec}\,.\sum\,(Pi\,.\,Li) \qquad (1)$$

Equação 1. ρ_e: Encurtamento elástico da própria estaca
A: Área da seção transversal do fuste da estaca
E_c: Módulo de elasticidade do concreto
P_i: Carga em uma determinada cota
L_i: Comprimento de uma determinada camada

Para estaca hélice contínua, Cintra e Aoki (2010)[18] sugerem o valor de módulo de elasticidade (Ec) igual a 21 GPa.

Estudos geotécnicos apontam 3 tipos de recalque do solo, o recalque de adensamento primário acontece em solos de baixa permeabilidade e saturados, quando as tensões atuantes são superiores às de pré-adensamento e

os recalques são provocados pela redução de volume do solo através da saída da água. O recalque de adensamento secundário ocorre após cessar o primário: o solo continua se deformando sob ação da carga efetiva constante.[25,26]

O recalque imediato apresenta uma deformação tridimensional do elemento solo, ou seja, acontece um rearranjo da estrutura do solo que altera sua forma sem que ocorra mudança de volume. Nas provas de carga, os recalques monitorados são os recalques imediatos sofridos pelo elemento de fundação.[25] O recalque total do solo é o somatório da contribuição das tensões geradas pelo atrito lateral e pela ponta, e foi estimado pela equação 2: [18]

$$\rho s = \sum \left(\frac{\Delta\sigma}{Es} \mathrm{H} \right) \quad (2)$$

Equação 2. ρ_s: recalque do solo
$\Delta\sigma$: acréscimo de tensões total
Es: módulo de deformidade do solo
H: espessura da camada do solo até o indeslocável

Para estimar os valores do módulo de elasticidade referente a cada camada de solo utiliza-se a expressão em função do módulo de elasticidade inicial e do acréscimo de tensões no solo: [18]

$$Es = Eo \left(\frac{\Delta\sigma + \sigma o}{\sigma o} \right)^n \quad (3)$$

Equação 3. Es: Módulo de deformidade do solo
E_0: Módulo de deformidade do solo antes da execução da estaca
σ_o: Tensão geostática no centro da camada
n: expoente que depende da natureza do solo:
n = 0,5 para materiais granulares;
n = 0 para argilas duras e rijas (em areia, temos o aumento do módulo de deformidade em função do acréscimo de tensões o que não ocorre nas argilas).

Para o E_0, Aoki (1984) supõe:
E_0 = 6.K.Nspt para estacas cravadas
E_0 = 4.K.Nspt para estacas hélice contínua
E_0 = 3.K.Nspt para estacas escavadas

Onde, Nspt é o número de golpes do SPT e K é o coeficiente empírico do método de Aoki – Velloso (1975) em função do tipo de solo, descritos no quadro 1.[18]

Coeficiente K e a razão de atrito α para tipos de solo

Solo	K (Mpa)	α (%)
Areia	1,00	1,4
Areia siltosa	0,80	2,0
Areia siltoargilosa	0,70	2,4
Areia argilosa	0,60	3,0
Areia argilossiltosa	0,50	2,8
Silte	0,40	3,0
Silte arenoso	0,55	2,2
Silte argiloarenoso	0,45	2,8
Silte argiloso	0,23	3,4
Silte argiloarenoso	0,25	3,0
Argila	0,20	6,0
Argila arenosa	0,35	2,4
Argila arenossiltosa	0,30	2,8
Argila siltosa	0,22	4,0
Argila siltoarenosa	0,33	3,0

Quadro 1: Coeficiente K e razão de atrito α. Fonte: Aoki e Velloso (1975), In CINTRA e AOKI[18], p.25, 2010.

Para determinar os valores de Nspt, os autores sugerem estabelecer como limite mínimo e máximo para penetração no terreno para estaca hélice contínua o valor de 20 < Nspt ≤ 45.[18] Para os acréscimos de tensão, de acordo com Cintra e Aoki[18], têm-se as contribuições da ponta da estaca e das laterais ao longo do fuste. Para encontrar o valor da contribuição da ponta da estaca foi utilizado a equação 4, descrita abaixo:

$$\Delta\sigma p = \frac{4\ \mathrm{Pp}}{\pi\left(D + h + \frac{H}{2}\right)^2} \quad (4)$$

Equação 4. $\Delta\sigma p$: Acréscimo de tensão pela ponta
Pp: Carga na ponta da estaca
D: Diâmetro da base da estaca
h: Distância do centro da camada "i" de espessura "Li" até a ponta da estaca
H: Espessura da camada abaixo da ponta da estaca

E o acréscimo devido a resistência do atrito lateral, de cada camada de solo ao longo da estaca é calculado pela equação 5:

$$\Delta\sigma i = \frac{4\ \mathrm{RLi}}{\pi\left(D + h + \frac{H}{2}\right)^2} \quad (5)$$

Equação 5. $\Delta\sigma i$: Acréscimo de tensão pelo atrito lateral
RLi: Resistência lateral da camada
D = Diâmetro do fuste da estaca

Aplicou-se nesse método a substituição das tensões que a estaca transmite ao terreno, pela base e pelo fuste por uma formação de cargas concentradas, aplicando seus efeitos na área de estudo.[15] Segundo Araújo, Carvalho e Danziger[27], o método de Aoki e Lopes (1975) solicita, na introdução de dados, o modo de transferência de carga ao longo do fuste e é comum se atribuir, no cálculo de recalques, que toda a capacidade de carga disponível do solo no fuste seja movida antes de iniciar a mobilização da resistência de ponta. Logo, somente a parcela que excede o atrito lateral é transmitida à ponta.

O encurtamento elástico acontece no início do ensaio de prova de carga quando recebe carregamento, gerando uma alteração pequena no recalque. Depois, inicia-se a mobilização do atrito lateral, conforme a carga aumenta, e assim vai superando o atrito lateral ao longo do fuste até a base da estaca. Quando a resistência lateral for superada, a resistência de ponta começa a atuar.[28]

Para estimar os recalques pelo método de Aoki-Lopes (1975), considerando as equações anteriores para cálculo, obtém a expressão abaixo:

$$\rho = \frac{1}{A\,.Ec} \,.\sum\,(Pi\,.\,Li) + \frac{\sum \frac{4\,RLi}{\pi\left(D+h+\frac{H}{2}\right)^2} + \frac{4\,Pp}{\pi\left(D+h+\frac{H}{2}\right)^2}}{Eo\left(\frac{\Delta\sigma + \sigma o}{\sigma o}\right)^n} \,.\ \mathrm{H} \quad (6)$$

Equação 6. A: Área da seção transversal do fuste da estaca
E_c: Módulo de elasticidade do concreto
P_i: Carga em uma determinada cota
L_i: Comprimento de uma determinada camada
RLi: Resistência lateral da camada
Pp: Carga na ponta da estaca
D: Diâmetro da base da estaca
h: Distância do centro da camada "i" de espessura "Li" até a ponta da estaca
H: Espessura da camada abaixo da ponta da estaca
E_0: Módulo de deformidade do solo antes da execução da estaca
σ_o: Tensão geostática no centro da camada
$\Delta\sigma$: acréscimo de tensões total

DESENVOLVIMENTO

Para início dos cálculos e determinação dos parâmetros foram analisados os boletins de execução das estacas e os perfis de sondagens. Foram estudadas 6

provas de carga distintas, em duas obras em Vila Velha, sendo 3 em cada obra.

A prova de carga foi do tipo lenta, pois geralmente é a mais utilizada quando se deseja obter informações mais detalhadas sobre os recalques da estaca.[19]

Os deslocamentos verticais do topo da estaca foram medidos através de quatro relógios digitais comparadores instalados diametralmente opostos entre si nas arestas do bloco de concreto armado da estaca ensaiada, sendo controlados por meio de extensômetros.

CINTRA *et al*[4] relatam que o carregamento lento é caracterizado por aplicar progressivamente incrementos iguais de carga por período de tempo mínimo de 30 minutos ou até a estabilização dos recalques.

- Primeira obra

Foram analisados três resultados de ensaios de prova de carga na primeira obra, todos em estaca tipo hélice contínua com diâmetro de 350 mm e próximo ao ponto das estacas três sondagens foram realizadas anteriormente a execução para investigação do solo, SP03, SP05 e SP06. As sondagens não atingiram o impenetrável, sendo paralisadas aos 38,45 m em camada de silte argilo-arenoso.

A sondagem SP03 é representativa para o ensaio na estaca 01, onde seus primeiros 10 m têm uma composição arenosa, entre os 10 m de profundidade até 11,5 m passa por uma camada de silte arenoso. Após a profundidade 11,5 m até 21,70 m nota-se um solo tipicamente arenoso. A seguinte camada é classificada argilosa tipicamente orgânica, de cor cinza, com fragmentos de mariscos e de baixa resistência. Esse padrão segue-se até aproximadamente 32 m, a partir do qual o terreno adquire novamente sua característica arenosa compacta. O índice de resistência à penetração variou de 1 a 120 golpes/30 cm. O nível da água foi identificado aproximadamente a 0,60 m de profundidade.

No perfil de sondagem SP05, próximo a estaca 2, observou-se um solo tipicamente arenoso, intercalado com uma camada de argila de baixa resistência. Até seus 10,20 m de profundidade apresenta composição arenosa, logo em seguida aparece silte argiloso com fragmentos de mariscos com espessura de 2,75 m. A partir dos 12,75 m, o solo característico é arenoso com alterações em argila.

A sondagem SP06 foi posicionada próximo a estaca 3, onde o solo predominante é arenoso até seus 20,80 m com a presença de silte em 8,30 m até 9 m e de 9,75 a 11,50 m silte arenoso, adiante detectou-se camada de argila arenosa com fragmentos de marisco até a profundidade de 24,80m, em seguida surge silte argiloso até 32,80m. Por fim, segue a ultima camada sondada, composta por areia fina e média siltosa, medianamente compacta a compacta.

Nos ensaios realizados na primeira obra a carga máxima aplicada foi de 120 tf. As características das estacas da obra 1 estão descritas na tabela 1.

A estaca 01 possui comprimento de 16,03 m e apresentou superconsumo de concreto de 63%; já a estaca 02 possui 16,12 m e superconsumo de 54% e a estaca 03 possui 14,75 m e superconsumo de 36% conforme apresentado na tabela 1.

Características das estacas no ensaio da primeira obra em 2013

Obra 1				
Ensaio	Diâmetro nominal	Superconsumo*	Diâmetro médio de execução	Comprimento
Estaca 01	350 mm	63 %	440 mm	16,03 m
Estaca 02	350 mm	54 %	430 mm	16,12 m
Estaca 03	350 mm	36 %	400 mm	14,75 m

* Superconsumo de concreto

Tabela 1. Valores expressos em números absolutos e percentuais

Como as estacas apresentaram um superconsumo de concreto, o diâmetro ficou proporcionalmente maior devido a isso, a estaca 01 ficou diâmetro médio de execução de 440 mm devido ao seu superconsumo de 63%. O diâmetro médio da estaca 02 foi 430 mm e da estaca 03 foi 400 mm, com superconsumo de 54% e 36% respectivamente. Para aplicação de cálculo efetivo dos recalques, foi adotado o valor calculado do diâmetro médio de execução da estaca, para ficar o mais próximo do real executado, considerando o superconsumo de concreto de cada estaca. Dessa forma, pode-se perceber que o superconsumo de concreto acaba por ampliar o diâmetro da estaca, podendo proporcionar um melhor desempenho quando submetido a esforços, visto que tanto sua resistência de ponta quanto a lateral serão ampliadas, possibilitando assim uma redução na estimativa de recalque.

De acordo com Alledi *et al*[29] o aumento do diâmetro da estaca devido ao consumo elevado de concreto pode influenciar no valor do atrito lateral quando não considerado nos cálculos. Segundinho *et al*[30] afirma que o entendimento da curva carga vs recalque da fundação é essencial, tanto para a correta intepretação dos dados de prova de carga, quanto para o dimensionamento adequado.

As curvas carga vs recalque apresentadas abaixo foram obtidas a partir dos ensaios de prova de carga na primeira obra. Pela característica das curvas não há indício de ruptura. Na curva carga vs deslocamento da estaca 01 apresentada a seguir, nota-se o recalque de 15 mm registrado ao carregamento de 120 tf, conforme figura 1.

Carga vs deslocamento – Estaca 01

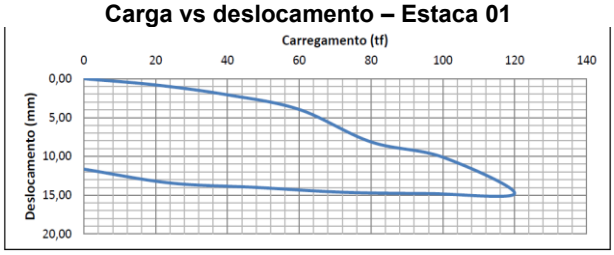


Figura 1: Curva carga vs deslocamento obtida a partir do ensaio da estaca 01. Fonte: Abreu e Moreschi, 2013.

Para o ensaio na estaca 02, observou-se o recalque de aproximadamente 9 mm ao ser submetida à carga de 120 tf, apresentado na figura 2.

Carga vs deslocamento – Estaca 02

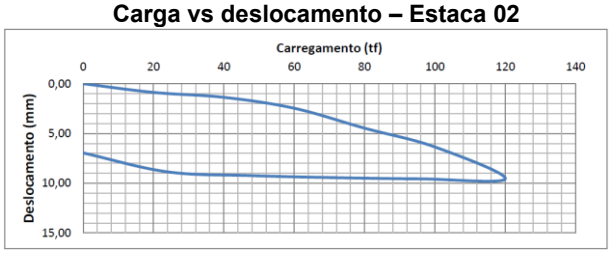


Figura 2: Curva carga vs deslocamento obtida a partir do ensaio da estaca 02. Fonte: Abreu e Moreschi, 2013.

No ensaio na estaca 03, atingiu a carga máxima de 120 tf e o recalque foi de 20 mm, conforme figura 3.

Carga vs deslocamento – Estaca 03

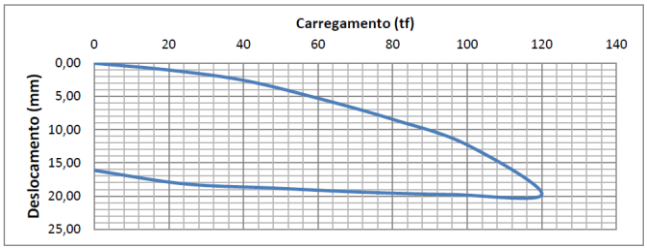


Figura 3: Curva carga vs deslocamento obtida a partir do ensaio da estaca 03. Fonte: Abreu e Moreschi, 2013.

As curvas carga vs recalque apresentaram os estágios de carregamento no eixo horizontal e seus respectivos recalques no eixo vertical, e as parcelas de recalque recuperado no estágio de descarregamento. Nota-se que estas curvas não atingiram a ruptura.

- Segunda obra

No segundo caso foram três ensaios de prova de carga também, em estacas hélice contínua com diâmetro de 400 mm (ensaio 1) e 500 mm (ensaio 2 e 3).

A seguir será apresentado um breve relato dos perfis de sondagem SP06, SP04 e SP02, trata-se de sondagens de simples reconhecimento realizadas próximas as estacas ensaiadas 01, 02 e 03, respectivamente.

A estratigrafia da sondagem SP06 (próxima a estaca 1) é composta por areia até 8,90 m de profundidade, a camada posterior caracteriza argila até atingir o fim da sondagem, aproximadamente 30 m.

A sondagem SP04 é representativa para a estaca 2, em que os primeiros 4,70 m é constituído por areia fina e média, medianamente compacta a compacta. Após essa camada de areia, iniciasse outra com características aparentes, apresentando também porcentagem de areia grossa, com fragmentos de conchas, compacta e aumento da compacidade comparado a camada anterior até 9,80 m. As camadas seguintes tem predominância argila e segue até o fim da sondagem em 30 m.

A sondagem SP02 é significante para a estaca 3. Nesta sondagem, a estratigrafia apresenta suas camadas iniciais compostas por areia, até 9,90 m, em seguida uma faixa de argila de espessura 2,80 m, intercalando com uma camada de areia de 1,10 m. Após 13,80 m de profundidade a argila arenosa e siltosa vão se alternando até 30 m.

A carga máxima atingida no ensaio da estaca 01 foi 160 tf, no ensaio da estaca 02 foi 250 tf e no ensaio da estaca 03 foi aproximadamente 189 tf.

Características das estacas no ensaio da segunda obra em 2013

	Obra 2			
Ensaio	Diâmetro nominal	Superconsumo*	Diâmetro médio de execução	Comprimento
Estaca 01	400 mm	29 %	450 mm	17,04 m
Estaca 02	500 mm	38 %	590 mm	18,02 m
Estaca 03	500 mm	32 %	570 mm	16,06 m

* Superconsumo de concreto

Tabela 2. Valores expressos em números absolutos e percentuais

A estaca 01 possui comprimento de 17,04 m e apresentou superconsumo de concreto de 29%; já a estaca 02 possui 18,02 m e superconsumo de 38% e a estaca 03 possui 16,06 m e superconsumo de 32% conforme apresentado na tabela 2.

O diâmetro médio de execução da estaca ficou proporcionalmente maior devido ao superconsumo de concreto, a estaca 01 ficou com diâmetro de 450 mm, a estaca 02 com 590 mm e a estaca 03 com 570 mm, e seus respectivos superconsumo 29%, 38% e 32%.

As curvas carga-recalque apresentadas abaixo foram obtidas dos ensaios realizados na segunda obra.

Carga vs deslocamento – Estaca 01

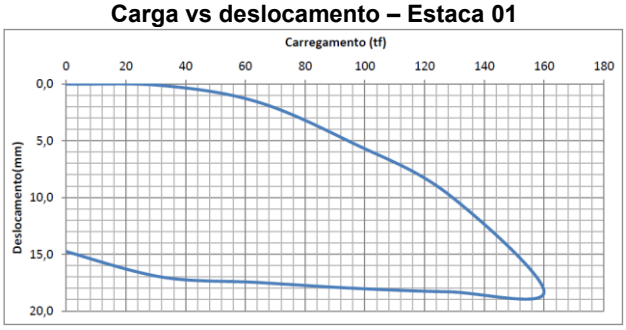


Figura 4: Curva carga vs deslocamento obtida a partir do ensaio da estaca 01. Fonte: Abreu e Moreschi, 2013.

O recalque nesta estaca de 400 mm foi de aproximadamente 19 mm, demonstrado na figura 4.

Carga vs deslocamento – Ensaio 02

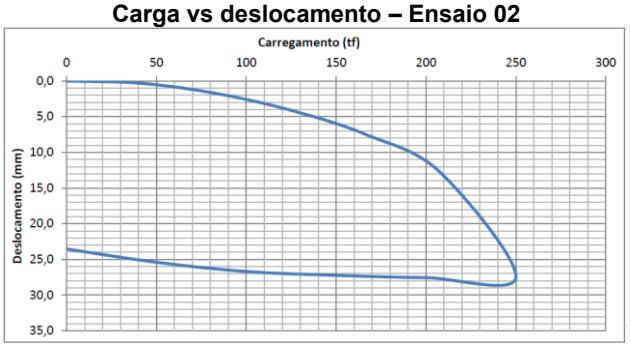


Figura 5: Curva carga vs deslocamento obtida a partir do ensaio da estaca 02. Fonte: Abreu e Moreschi, 2013.

Nesse ensaio da estaca 02, observou-se o recalque de 28 mm, apresentado na figura 5.

Carga vs deslocamento – Ensaio 03

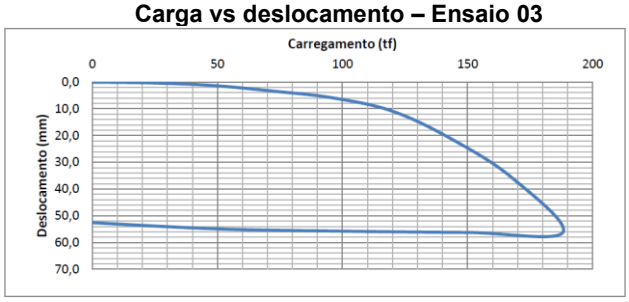


Figura 6: Curva carga vs deslocamento obtida a partir do ensaio da estaca 03. Fonte: Abreu e Moreschi, 2013.

O resultado da prova de carga na estaca 03, apresentou o recalque de 58 mm, conforme figura 6. A curva carga vs recalque desta prova de carga representa a ruptura nítida, pois o elemento de fundação sofreu um grande deslocamento sem novos acréscimos de carga e no descarregamento diminuiu minimamente a deformação elástica sofrida.

Os ensaios foram realizados por carregamento lento, em estágios iguais e sucessivos, até estabilizar os deslocamentos, seguindo as recomendações da NBR 12131:2006 e NBR 6122:2010.

Foi realizada a leitura das curvas carga vs recalque geradas pelo ensaio de prova de carga com o intuito de comparar os valores de recalque estimado pelo método

aplicado, onde os resultados estão apresentados em planilhas e gráficos.

Mediante a estes dados e após identificação dos parâmetros e características que envolvem a estaca e o solo, foi possível aplicar o método de Aoki-Lopes (1975) para estimar os recalques de cada estaca das duas obras. Os resultados estão descritos a seguir.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante dos dados apresentados e após identificação dos parâmetros solicitados em fórmulas, leitura do perfil de sondagem e características que envolvem a estaca e o solo, foi aplicado o método de Aoki-Lopes (1975) para estimar os recalques.

- Primeira obra

Nos cálculos do recalque total (ρ), obtido pela equação 6 resultante do somatório das equações 1 e 2 obtive a parcela de contribuição pelo encurtamento elástico da estaca (ρe) e o recalque do solo (ρs). Para detalhar brevemente os resultados dessas contribuições, abaixo está a tabela 4 referente à Obra 1.

Resultados do recalque total, das contribuições do recalque do solo e do encurtamento elástico da estaca na primeira obra

Obra 1			
Ensaio	ρe	ρs	$\rho = \rho e + \rho s$
Estaca 01	2,10	18,29	20,39
Estaca 02	2,30	27,02	29,32
Estaca 03	2,10	18,78	20,88

Tabela 4. Valores expressos em milímetros.

O recalque estimado para estaca 01 foi de 20,39 mm, para estaca 02 estimado em 29,32 mm e na estaca 03 20,88 mm.

Na análise destes cálculos, observou-se que o recalque do solo tem maior contribuição no recalque total da fundação. Esta análise corrobora com os resultados de Maia, Barros e Juniro[28] onde observaram que na fase inicial há participação solitária do fuste da estaca no processo de absorção do carregamento proveniente da superestrutura e após 90 dias de construção, ocorre uma maior participação da ponta da estaca na absorção dos esforços, o que ocasiona em mudança no comportamento da fundação devido ao recalque.

Notoriamente a observação citada acima de Maia, Barros, Juniro[28] está relacionada a interação solo-estrutura, com os resultados obtidos no estudo concluíram que o mecanismo de transferência de carga das estacas para o maciço de fundação depende do nível de recalque.

Nas provas de carga da primeira obra a carga máxima atingida foi de 120 tf e foi o mesmo valor aplicado para estimativa através do método de Aoki-Lopes. Levando em consideração nos cálculos o diâmetro médio de execução de cada estaca. Os valores obtidos estão descritos na tabela 3.

Resultados dos recalques para as estacas da primeira obra.

Ensaio	Diâmetro médio	Recalque prova de carga	Recalque método Aoki-Lopes
Estaca 01	440 mm	15 mm	20,39 mm
Estaca 02	430 mm	9 mm	29,32 mm
Estaca 03	400 mm	20 mm	20,88 mm

Tabela 3. Valores expressos em números absolutos em milímetros.

Observa-se que no caso desta obra, quando comparado os recalques, percebe-se que tal método superestima o recalque nas Estacas 01 e 03 em 35,9% e 4,4% respectivamente. Entretanto, quando se trata da Estaca 02, ocorre uma incoerência maior, visto que acaba por ser superestimado em 225%.

Os resultados alcançados apresentam diferenças existentes nos valores, porém para a Estaca 01 e 03 pode-se afirmar que os resultados são satisfatórios mostrando-se conservativos em relação ao observado na realização da prova de carga. Para a Estaca 02 o método semi empírico de Aoki-Lopes (1975) superestimou o recalque, isto pode estar relacionado à variabilidade natural do solo e ao método executivo da empresa do estaqueamento, pois nota-se no boletim de execução que a base da estaca fica mais larga do que o fuste, como se formasse um bulbo na ponta. Na teoria este procedimento pode reduzir o recalque real.

As fontes de incerteza nas análises geotécnicas e possibilidades de falhas na investigação do solo, sucede desde as características do meio maciço, a amostragem e as técnicas de ensaio.[31]

- Segunda obra

Para os cálculos de recalque total (ρ) foi aplicado a equação 6, resultado da somatória das equações 1 e 2 para resultar na contribuição de cada parte envolvida, o encurtamento elástico da estaca (ρe) e o recalque do solo (ρs), conforme descrito na tabela 5.

Resultados do recalque total, das contribuições do recalque do solo e do encurtamento elástico da estaca na segunda obra

Obra 2			
Ensaio	ρe	ρs	$\rho = \rho e + \rho s$
Estaca 01	4,62	13,97	18,59
Estaca 02	3,10	43,55	46,65
Estaca 03	2,28	22,05	24,33

Tabela 5. Valores expressos em milímetros.

Nas provas de carga da segunda obra, a carga máxima atingida de cada ensaio teve sua particularidade, envolveram cargas diferentes, para a Estaca 01 foi de 160 tf, na Estaca 02 a carga máxima atingida foi de 250 tf e na Estaca 03 aplicaram a carga de aproximadamente 189 tf. Foi considerado o mesmo valor aplicado para estimativa através do método de Aoki-Lopes. Levando em consideração nos cálculos o diâmetro médio de execução de cada estaca.

Fazendo a análise comparativa dos recalques obtidos nas provas de carga com os recalques estimados pelo método de Aoki-Lopes (1975) nota-se diferenças nos valores, conforme descrito na tabela 6.

Resultados dos recalques para as estacas da segunda obra.

Ensaio	Diâmetro médio	Recalque prova de carga	Recalque método Aoki-Lopes
Estaca 01	450 mm	18,8 mm	18,59 mm
Estaca 02	590 mm	28 mm	46,65 mm
Estaca 03	570 mm	58 mm	24,33 mm

Tabela 6. Valores expressos em milímetros.

O recalque estimado para estaca 01 foi de 18,59 mm, na estaca 02 obteve-se 46,65 mm e para estaca 03 a previsão foi de 24,33 mm.

No caso da obra 2, quando comparados o recalque de prova de carga em relação às estimativa realizadas, percebe-se que a Estaca 01 apresenta praticamente o mesmo recalque, conferindo credibilidade ao método. Entretanto, ao se analisar as Estacas 02 e 03, o método acaba por superestimar o recalque na Estaca 02 em mais de 66%, e subestimar o recalque na Estaca 03 em aproximadamente 42%.

Os resultados obtidos para a segunda obra apresentam mais divergências nos valores, porém para a Estaca 01 pode-se afirmar que o resultado é satisfatório mostrando-se coerente e conservativo em relação ao observado na realização da prova de carga. Para a Estaca 02 e 03 o método semi empírico de Aoki-Lopes (1975) se mostrou com estimativas muito aquém da realidade da prova de carga.

No estudo de Pronunciati, Garcia e Rodriguez[23], compararam os resultados de 3 ensaios de prova de carga do tipo lenta em estaca hélice contínua com estimativas por meio dos métodos propostos por de Poulos e Davis (1980), Vésic (1969, 1975a) e Cintra e Aoki (2010). O método Cintra e Aoki mostrou melhor resultado para a estimativa do recalque, seguido de Poulos e Davis e o método de Vésic não foi eficiente neste estudo. Concluíram que ao se empregar métodos semiempíricos de estimativa de recalque, às características do solo devem ser avaliadas com cautela, principalmente nos casos em que os parâmetros são obtidos por meio de correlações semiempíricas.

Os resultados dos recalques estimados pelo método proposto por Cintra e Aoki, no estudo de Pronunciati, Garcia e Rodriguez[23], apresentaram proximidade com todos os resultados da prova de carga, já na apresentação dos resultados desse artigo, foram encontrados valores próximos e distantes do que foi obtido em ensaio.

Os resultados apresentados demonstram a estimativa do recalque pelo método de Aoki-Lopes (1975) com base nas informações do SPT e comparado ao resultado do ensaio de prova de carga houve diferença nos valores e mesmo diante desta diferença entre os recalques, pode-se considerar que o método é eficaz e confirma a prova de carga, esclarecendo o comportamento da fundação, quanto ao seu desempenho interação solo-estrutura, de forma a minimizar possíveis erros de projeto e evitar danos maiores à construção.

As diferenças encontradas também podem ser atribuídas às incertezas existentes, como por exemplo, o próprio processo executivo das fundações que é influenciado por humanos e também pelas características dos equipamentos utilizados, o próprio solo que é natural e heterogêneo com características e comportamentos complexos, as investigações geotécnicas, principalmente por sondagem SPT cujo método executivo gera dúvidas.

Alonso[32] confirma as inúmeras possibilidades de erro na realização do ensaio SPT.

Pois o processo executivo deste ensaio envolve muitas incertezas, mesmo sendo regulamentado pela NBR 6484/2001, há interferência do operador para anotação dos golpes e variação de energia aplicada; e do equipamento quanto ao tipo de material utilizado, uso do amostrador para escavação, dentre outras particularidades.[33]

Considerando a interação solo-estrutura a vantagem é a possível estimativa dos efeitos que a fundação irá sofrer, a forma e intensidade dos recalques, pois dessa maneira interfere em projetos mais seguros e eficazes.[34,35]

CONCLUSÃO

Com base nas análises realizadas neste estudo, os resultados permitem concluir que o método semi-empírico de Aoki-Lopes se mostra adequado à estimativa de recalque.

Quando submetido à comparação com a prova de carga, percebe-se um comportamento de semelhança nos valores entre os recalques estimados, mesmo que em algumas estacas tenha sido encontradas divergências, pois há justificativas para tal.

Vale ressaltar que as diferenças encontradas podem ser justificadas com base no caráter heterogêneo do solo, visto que o SPT é realizado pontualmente e próximo às estacas, o que pode ocorrer a variabilidade da espessura da camada deste subsolo onde a estaca foi inserida.

Outro fator que influenciou na diferença dos valores, é o método executivo da estaca, que mesmo considerando o superconsumo de concreto, consequentemente o aumento do diâmetro da estaca no cálculo da estimativa de recalque, o mesmo não ocorre quando se trata da formação de uma base alargada como se fosse um bulbo na ponta da estaca. Este fato se mostrou reiterado em todas as estacas, formando um padrão nesse método executivo, padrão este que na prática acaba por reduzir o recalque da fundação, visto que a área da ponta aumenta, logo sua resistência de ponta aumenta e isso não é considerado nas estimativas, podendo assim explicar o motivo da superestimativa dos valores nos cálculos de recalque apresentados pelo método.

REFERÊNCIAS

[1] BARROS NBF. **Previsão de recalque e análise de confiabilidade de fundações em estacas hélice contínua.** Dissertação de mestrado em Escola de Engenharia de São Carlos. 252p, 2012. DOI 10.11606/D

[2] ALBUQUERQUE RCBL; GUSMÃO AD. Considerações sobre a relevância da interação solo-estrutura em recalques: caso de um prédio na cidade do Recife. **Anais do II Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica (COBRAMSEG)**, Geojovem 2006.

[3] GUSMÃO AD; OLIVEIRA KPS. **Curva carga-recalque de estacas hélice contínua.** Revista eletrônica de engenharia civil, v.7, nº 3, p1-15. 2013. ISSN 2179-0612

[4] CINTRA JCA; AOKI N; TSHUA CHC; GIACHETI HL. **Fundações – ensaios estáticos e dinâmicos.** São Paulo: Oficina de textos, 2010. ISBN 978-85-7975-092-2

[5] SOUZA LHF. **Identificação de matacões por meio de sondagem a percussão de simples reconhecimento do subsolo na cidade de Uberlândia (MG).** Caminhos de Geografia. v.8, n.24, p. 86-95, dez.2007. ISSN 1678-6343

[6] AMANN KAP. **Metodologia semiempírica unificada para a estimativa da capacidade de carga de estacas.**

Tese apresentada a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 430p. 2010.
[7] NETO JAA. **Análise do desempenho de estacas hélice contínua e ômega – aspectos executivos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 193p, 2002.
[8] TORRES AR. Execução de estaca hélice contínua: um relato de obra. **Anais Geosul 2017**. 1-8p. Disponível em: <http://geosul2017.com.br/wp-content/uploads/2017/08/Anais-GEOSUL-2.pdf>
[9] FALCONI F; SANTOS MS; CORREA CN; HACHICH WC. Fundações profundas. **Revista Concreto & Construções**. 32-41p. abr-jun 2014. ISSN 1809-7197
[10] GOEKING W. **Fundações com hélice contínua.** Construção mercado. Ed 126, Jan. 2012. ISSN 1519-8898
[11] FILHO JAP; CARVALHO D; ALBUQUERQUE PJR; NOGUEIRA RCR. **Comportamento à tração de estacas tipo hélice contínua executadas em solo de diabásio.** Exacta, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 75-82, jan./jun. 2008. ISSN 1678 5428
[12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122**: projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2010. ISBN 978-85-07-022771-8
[13] MAGALHÃES PHL. **Avaliação dos métodos de capacidade de carga e recalque de estacas hélice contínua via provas de carga.** Dissertação de mestrado em geotecnia, Universidade de Brasília, Brasília, 270p, 2005.
[14] SILVA GH. Identificação e análise da ocorrência do fenômeno de exsudação do concreto em estacas tipo hélice contínua monitorada. **Revista Especialize On-line IPOG** - Goiânia – Ed. 11 v. 01/2016. Julho, 2016. ISSN 2179-5568
[15] VELLOSO DA; LOPES FR. **Fundações.** v.2 2 ed., São Paulo: Oficina de textos, 2010. ISBN 978-85-86238-98-7
[16] REIS JH; BELINCANTA A; GUTIERREZ NHM. **Investigação geotécnica: algumas considerações sobre interpretação de ensaios penetrométricos dinâmicos e provas de carga estática.** 2013. Disponível em: <https://www.abms.com.br/links/bibliotecavirtual/geosul2013criciuma/2013-reis-belincanta.pdf> Acesso em 20 de abril de 2017.
[17] ABREU CN; MORESCHI M. **Análise comparativa de resultados de métodos semi-empíricos e resultados de prova de carga estática em estaca hélice contínua – estudo de caso.** Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 114p, 2013.
[18] CINTRA JCA; AOKI N. **Fundações por estacas:** projeto geotécnico, 1 ed. São Paulo: Oficina de textos, 2010. ISBN 978-85-7975-004-5
[19] CAVALCANTE EH. **Fundações profundas – Capacidade de carga e recalque.** 2005. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/24984563/fundacoes---cap-7> Acesso em 24 de abril de 2017.
[20] SALES LFP; BORN RB. **Prova de carga estática (PCE) – melhoria nos projetos de fundação.** 2017. Disponível em: <https://www.bornsales.com.br/single-post/2017/03/27/Prova-de-Carga-Est%C3%A1tica-PCE---Melhoria-nos-Projetos-de-Funda%C3%A7%C3%A3o> Acesso em 20 de abril de 2017
[21] MEDEIROS H. Estacas a toda prova. Testes dinâmicos e estáticos ajudam a confirmar capacidade de suporte dos elementos de fundação executados in loco. **Revista Téchne**, Ed. 95, fev. 2005. ISSN 0104-1053
[22] BUNGENSTAB FC. **Estimativa de recalque de sapatas apoiadas em solos arenosos – uma abordagem probabilística.** Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, Mestre em Engenharia Civil na área Geotecnia. Vitória, ES. 207p, 2011.
[23] PRONUNCIATI PL; GARCIA JR; RODRIGUEZ TG. Recalques em fundações profundas – análise em estacas hélice contínua. **Revista eletrônica de engenharia civil**, v.14, nº 1, p112-123. 2017. ISSN 2179-0612
[24] ALONSO UR. **Dimensionamento de fundações profundas.** São Paulo, ed. 2, Blucher 2012. ISBN 978-85-212-0661-3
[25] GONÇALVES RL. **Estudo do comportamento de estacas apiloadas em solos colapsível da região de Londrina/PR.** Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento da Universidade de Londrina. Londrina, 170p, 2006.
[26] SILVA SE; FRANÇA WPF; AYALA RJL. **Estado da arte da interação solo-estrutura e sua influência nos recalques do solo.** Periódico científico outras palavras. v.11, n.2, 2015. p. 31-40. ISSN 1806-7530
[27] ARAÚJO CRS; CARVALHO EML; DANZIGER BR. Estudo das fundações de um caso de obra em estaca raíz envolvendo a interação solo x estrutura. **Engevista**, v. 14, n. 1, p.104-123, abril 2012.
[28] MAIA PCA; BARROS RA; JUNIRO FFA. **Avaliação** da interação solo-estrutura através da monitoração de recalques. **Revista luso-brasileira de geotecnia**, nº 121, março 2011 p. 53-70. ISSN 0379-9522
[29] ALLEDI CTDB; MINETTE E; ALBUQUERQUE PJR; POLIDO UF. Estaca hélice contínua instrumentada: previsão de carga de ruptura por métodos semiempíricos vs. Prova de carga. **Revista Geotecnia**, n. 135, p.115-127, 2015. ISSN 0379-9522
[30] SEGUNDINHO PGA; MINÁ AJS; DIAS AA; REGAZZI AJ; CARREIRA MR. **Proposta para estimar curva carga-recalque e capacidade de carga em estacas de madeira.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v.14, n.1, p. 29-40, jan./mar. 2014. ISSN 1678-8621
[31] COUTINHO RQ; SEVERO RNF. Investigação geotécnica para projeto de estabilidade de encostas. **Anais Cobrae 2009.** 55p. Disponível em: <https://www.abms.com.br/links/bibliotecavirtual/cobrae/2009-coutinho.pdf>
[32] ALONSO UR. Estacas hélice contínua com monitoração eletrônica – previsão da capacidade de carga através do ensaio SPTT. In: Seminário de Engenharia de Fundações Especiais e Geotecnia, 3. **Anais.** São Paulo: ABMS/ABEF, 1996. v.2, p. 141-151.
[33] TONHÁ ACF; ANGELIM RR. **Capacidade de carga de fundações e verificação de recalques a partir de parâmetros do ensaio panda e de outros ensaios *in situ*.** Revista eletrônica de engenharia civil, v.14, nº 1, p50-65. 2017. ISSN 2179-0612
[34] MOROSINI, GM; NAVIA, JPB; CUNHA, JMB. **Aplicação da interação solo-estrutura na análise de um edifício com fundações profundas – estudo de caso.** Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia de Produção Civil - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014. 47p.
[35] IWAMOTO RK. **Alguns aspectos dos efeitos da interação solo-estrutura em edifícios de múltiplos andares com fundação profunda.** Dissertação de mestrado em Engenharia de Estruturas, Escola de Engenharia de São Carlos. 157p, 2000.

Análise comparativa entre métodos semiempíricos e resultado de ensaio de carregamento dinâmico para estimativa de capacidade de carga em estaca raiz

ROSSI Évelin[1]; MORESCHI Morgana[2]

RESUMO

Introdução. O processo construtivo de uma estaca está diretamente relacionado com a capacidade de carga, pois ela é imprescindível para o dimensionamento de um projeto economicamente viável e seguro. A capacidade de carga em estacas pode ser determinada por métodos semiempíricos baseados em sondagens de simples reconhecimento do solo. **Objetivo.** Comparar o valor da carga de ruptura para a estaca raiz estimado pelos métodos semiempíricos na fase de projeto e pelo resultado do ensaio de carregamento dinâmico**. Métodos.** Estimou-se a capacidade de carga de fundações profundas em estacas tipo raiz, aplicando os métodos Aoki e Velloso (1975) e Decourt e Quaresma (1978), baseados em resultados de ensaios SPT previamente realizados. Analisou-se um ensaio de carregamento dinâmico, previamente realizado, para comparativo com os resultados obtidos pelos métodos de previsão de capacidade de carga, a fim de determinar o método que se ajustou melhor aos resultados de campo para estacas tipo raiz. **Resultado.** Os resultados das estimativas feitas pelos dois métodos semiempirícos revelaram certa disparidade entre os resultados. Essas diferenças atribuem-se às simplificações e considerações de cada autor. Todavia, para a estimativa de capacidade de carga em fundações tipo estaca raiz é recomendado utilizar mais de um método para efeito de comparação**. Conclusão.** Ambos os métodos estudados se revelaram conservativos em relação ao comportamento observado da estaca *in loco*, o que evidencia que a utilização destes métodos semiempíricos para estimativa de capacidade de carga da obra estudada conduziu a valores dentro dos limites de segurança impostos pela norma vigente.
Palavras-chave: estaca raiz, capacidade de carga, semiempírico, teste de carga, PDA.

ABSTRACT

The construction process of a pile is related to the load capacity, considering that it is indispensable for the design of an economically viable and safe project. The pile load capacity can be determined by semi-empirical methods based on simple geotechnical investigation. The objective of this paper is to compare the value of the ultimate load for the root pile estimated by the semi-empirical methods in the design phase and by the result of the dynamic loading test. It was estimated the load capacity of root piles, applying the methods Aoki and Velloso (1975) and Decourt and Quaresma (1978), based on previously performed SPT results. A previously performed dynamic loading test was performed to compare with the results obtained by the load capacity prediction methods in order to determine the method that best fit the field results for root piles. The results of the estimates made by the two semi-empirical methods revealed a certain disparity between the results. These differences are attributed to the simplifications and considerations of each method. However, it is recommended to use more than one method for comparison purposes for the estimation of load capacity in root pile foundations. Both methods were conservative in relation to the observed behavior of the piles, which shows that the use of these semiempirical methods to estimate the load capacity of the work studied led to values within the safety limits imposed by the current norm.
Key-words: root pile, load capacity, semi-empirical, load test, PDA.

INTRODUÇÃO

O estudo das fundações na engenharia envolve experiência, dedicação e cautela, para solucionar e entender as diversas variáveis que são relativas a cada situação e alternam-se de acordo com o porte da edificação e a composição do solo.[1]

Soares *et al*[2] conceituam o termo fundação como um sistema estrutural composto pelo elemento estrutural fundação e pelo maciço geológico ao qual está envolto, com a finalidade de transmitir as cargas da superestrutura, inclusive de seu peso próprio, ao solo onde está apoiada.

A NBR 6122/2010 classifica as fundações em superficial (rasa ou direta), onde a carga é remetida ao solo pelas pressões que estão distribuídas ao longo da base da fundação, e em fundação profunda em que a carga do projeto é transmitida ao solo por sua base, pela superfície lateral do elemento de fundação ou por ambas.[3]

Um exemplo de fundação profunda são as estacas; Generoso[4] classifica as fundações em estacas como: estacas cravadas, estacas escavadas e estacas injetadas, como por exemplo, a estaca raiz.

A estaca escavada com injeção e executada *in loco*, estaca tipo raiz, consiste em um processo de execução com perfuração através de tubo de revestimento por todo comprimento da estaca, posicionamento da armadura, injeção de argamassa de cimento e por fim retirada do revestimento.[5]

A capacidade de carga limita a resistência do elemento estrutural e se refere à carga que provocará a ruptura desse, composta pela resistência do atrito da superfície lateral da estaca com o solo e pela resistência de ponta ao cisalhamento do solo.[6]

Ferreira *et al*[7]enfatizam que a correta determinação da capacidade de carga de uma fundação e o conhecimento do nível de solicitação que os solos resistem sem ruptura são imprescindíveis para um projeto economicamente viável e seguro.

Ficou muito difundida no Brasil a prática de relacionarem diretamente medidas do ensaio de SPT para a estimativa da capacidade de carga das estacas, tornando-se um valioso instrumento para a engenharia de fundações.[8]

Os métodos utilizados para a previsão da capacidade de carga de fundações podem ser teóricos, semiempíricos ou empíricos. Dentre os métodos semiempirícos, os propostos por Aoki e Velloso (1975) e por Décourt e Quaresma (1978) são os mais comumente utilizados no Brasil. Foram desenvolvidos baseados principalmente em resultados de ensaios de campo, como sondagens de simples reconhecimento e provas de carga, e propõem diversos coeficientes de ajustes para distintos tipos de estacas e materiais.[9]. Esses métodos seguem premissas

[1] Aluna do 10º período do Curso de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade Novo Milênio. Vila Velha, ES, Brasil.
[2] Engenheira Civil pela Universidade Federal do Espírito Santo; especialista; professora na Faculdade Novo Milênio.
E-mail: morgana.ecivil@gmail.com; evilorraine@hotmail.com
Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil
Data de envio para banca
Data do aceite

que levam em consideração o tipo de estaca, sua geometria e seu método executivo.[10]

É imprescindível no estudo geotécnico para dimensionamento das fundações e para a seleção do tipo a ser projetada, a previsão das cargas admissíveis que esses elementos poderão transmitir ao solo.[1]

Os métodos de cálculo semiempíricos brasileiros, que são muito utilizados em escritórios de projeto de fundações, inclusive no exterior, tem se mostrado confiáveis na previsão dessa capacidade de carga.[11]

No entanto, há métodos de ensaio *in loco* para verificação do desempenho de fundações profundas e que cujos resultados permitem uma comparação com as estimativas realizadas durante a fase de projeto. Dentre os ensaios de campo pode-se citar o teste de carregamento dinâmico que, por determinar a capacidade de carga e à integridade estrutural tanto para estacas verticais quanto para estacas inclinadas independentemente do processo de execução no terreno, tem sido muito aplicado em obras de engenharia.[12]

Essa pesquisa irá direcionar a comunidade acadêmica e os profissionais de projetos à melhor escolha do método de cálculo semiempírico para previsão da capacidade de carga de uma estaca tipo raiz, utilizando uma análise comparativa com resultados de teste de carregamento dinâmico.

Logo, esse artigo visa analisar o valor da carga de ruptura para a estaca raiz estimado pelos métodos semiempíricos na fase de projeto e pelo resultado do ensaio de carregamento dinâmico.

MÉTODOS

Estudo descritivo de caráter quantitativo qualitativo para definição de método semiempírico para o cálculo de capacidade de carga de estaca tipo raiz, realizado em obra de implantação de Estação de Tratamento de Esgoto do Sistema de Esgotamento Sanitário da cidade de Marechal Floriano-ES, localizada no bairro Vale das Palmas, realizado no período de setembro a novembro de 2017.

A pesquisa foi baseada em ensaios previamente realizados em uma obra de implantação de Estação de Tratamento de Esgoto do Sistema de Esgotamento Sanitário da cidade de Marechal Floriano-ES, localizada no bairro Vale das Palmas.

Foram incluídos os resultados de dois ensaios previamente realizados por empresas especializadas. São eles: o ensaio de sondagem a percussão do tipo SPT e o relatório de ensaio de carregamento dinâmico.

Esta pesquisa não considerou o método de execução, no campo, da estaca raiz. Também não foram considerados métodos semiempíricos baseados em ensaios diferentes do SPT, nem métodos teóricos. Além disso, não foram utilizados ensaios de carregamento estático. Também não foram comparados os valores de recalque estimados e os valores medidos no ensaio.

O desenvolvimento do trabalho consistiu nas etapas seguintes:

Estimativa da capacidade de carga de fundações profundas em estacas tipo raiz, aplicando alguns métodos consagrados no meio técnico nacional (Aoki e Velloso (1975) e Decourt e Quaresma (1978)), que utilizam resultados de sondagens a percussão de simples reconhecimento. Foram utilizadas sondagens do tipo SPT previamente realizadas no local do estudo.

Além disso, análise dos resultados de um ensaio de carregamento dinâmico, tendo como foco a verificação da capacidade de carga mobilizada da estaca. Estes ensaios foram realizados aleatoriamente na obra e em alguns casos localizados próximos aos furos de sondagens cujos resultados foram utilizados para previsão da capacidade de carga.

Por fim, análise comparativa dos resultados obtidos pelos métodos de previsão de capacidade de carga aos resultados do ensaio de carregamento dinâmico para determinar o método que se ajustou melhor aos resultados de campo, para estacas tipo raiz.

As estacas analisadas foram moldadas *in loco*, compostas de argamassa de cimento com consumo mínimo de 600 kg/m³ e com seção transversal circular de 31 cm de diâmetro para carga de trabalho de até 100 tf.

As principais variáveis analisadas foram o atrito lateral, a resistência de ponta e a capacidade de carga das estacas tipo raiz.

A análise de dados é apresentada de forma comparativa com base na capacidade de carga da estaca raiz ensaiada. Estes dados foram obtidos a partir da estimativa de capacidade de carga através dos métodos semiempíricos e pela comparação do resultado do teste de carregamento dinâmico. A partir da análise comparativa, foi verificado dentre os métodos semiempíricos analisados, qual estimou uma capacidade de carga mais próxima do valor observado no teste de carregamento dinâmico.

Os resultados foram expressos por meio de números absolutos gerados por planilha eletrônica de cálculo e apresentados por tabela comparativa criada com auxílio de programas da *Microsoft*.

DESENVOLVIMENTO

Gonçalves[13] cita que a capacidade de carga em fundação profunda pode ser apresentada nas equações 1,2 e 3:

$$Q_R = Q_L + Q_P \quad (1)$$

Equação 1. Q_R: resistência total à compressão;
Q_L: resistência lateral;
Q_P: resistência de ponta.

$$Q_L = q_L \cdot A_L \quad (2)$$

$$Q_P = q_P \cdot A_P \quad (3)$$

Equação 2. Q_L: resistência lateral;
q_L: resistência lateral unitária;
A_L: área da superfície lateral da estaca;
Equação 3. Q_P: resistência de ponta;
q_P: resistência de ponta unitária;
A_P: área da base da estaca.

- Standart Penetration Test – SPT

O ensaio SPT é um procedimento de simples reconhecimento do solo realizado *in situ*, capaz de colher amostras desse solo a fim de conhecer o material atravessado ao longo de toda profundidade perfurada, o nível d'água e medir sua resistência a penetração do amostrador-padrão.[14]

Uma definição muito importante quando se fala em ensaio SPT descrita na NBR 6484/2001 é o N_{SPT} que se refere ao índice de resistência à penetração "cuja

determinação se dá pelo número de golpes correspondente à cravação de 30 cm do amostrador-padrão, após a cravação inicial de 15 cm", esse índice classifica a compacidade e a consistência do solo.[15]

O índice de resistência à penetração, N_{SPT}, resulta da soma do número de golpes do segundo e do terceiro trecho de 15 cm de penetração. A classificação da compacidade ou consistência dos solos pode ser compreendida na tabela 1:[15]

Estados de compacidade e de consistência do solo apresentados pela NBR 6484/2001

Solo	Índice de resistência à penetração N	Designação
Areias e siltes arenosos	=4	Fofa (o)
	5 a 8	Pouco compacta (o)
	9 a 18	Medianamente compacta (o)
	19 a 40	Compacta (o)
	>40	Muito compacta (o)
Argilas e siltes argilosos	=2	Muito mole
	3 a 5	Mole
	6 a 10	Média (o)
	11 a 19	Rija (o)
	>19	Dura (o)

Tabela 1: Tabela dos estados de compacidade e de consistência. Fonte: NBR 6484/2001. N indica o índice de resistência à penetração no solo.

- Métodos semiempíricos:

Os métodos utilizados para a previsão da capacidade de carga de fundações podem ser teóricos, semiempíricos ou empíricos. Os métodos semiempíricos propostos por Aoki e Velloso (1975) e por Décourt e Quaresma (1978) são comumente utilizados no Brasil. Desenvolvidos baseados principalmente em resultados de ensaios de campo, como sondagens de simples reconhecimento e provas de carga, propõem diversos coeficientes de ajustes para distintos tipos de estacas e materiais.[9]

Machezini[10] cita que os principais métodos semiempíricos para o cálculo da capacidade de carga e que tem como base o ensaio SPT, são: Meyerhof (1956), Aoki e Velloso (1975), Décourt e Quaresma (1978), Velloso (1981), Teixeira (1996), Vorcaro e Velloso (2000), citados por Velloso e Lopes (2002). Nesse trabalho serão utilizados os métodos Aoki e Velloso (1975) e Décourt e Quaresma (1978) para determinar a carga de ruptura de estaca tipo raiz, devido simplicidade e frequência da utilização por projetistas da área.

- Método Aoki e Velloso (1975)

Desenvolvido a partir de um estudo comparativo entre resultados de provas de carga em estacas e SPT, o método de Aoki e Velloso (1975) resultou nas seguintes equações de capacidade de carga:[11]

$$R = R_L + R_p \tag{4}$$

Onde a resistência lateral (R_L) e de ponta (R_p) dadas por:

$$R_L = U\Sigma(r_L \cdot \Delta_L) \tag{5}$$

$$R_p = r_p \cdot A_p \tag{6}$$

Logo, a capacidade de carga igual a:

$$R_L = U\Sigma(r_L \cdot \Delta_L) + r_p \cdot A_p \tag{7}$$

Equação 7. U: perímetro da seção transversal do fuste (m);
r_L: tensão média de adesão ou de atrito lateral na camada de espessura Δ_L(MPa);
r_p: capacidade de carga do solo na cota de apoio da estaca (MPa);
A_p: área da seção transversal da ponta (m²);
ΔL: espessura de camada de solo (m).

As incógnitas r_L e r_p são correlacionadas com ensaios de penetração estática CPT, através dos valores de resistência de ponta do cone e do atrito lateral unitário da luva.[11]. Essas incógnitas foram propostas relacionadas ao ensaio SPT, que é mais comum no Brasil, criando correlações entre a resistência da estaca e o índice de resistência a penetração N_{SPT}.[11]

$$r_p = \frac{K \cdot N_p}{F_1} \tag{8}$$

$$r_L = \frac{\alpha \cdot K \cdot N_L}{F_2} \tag{9}$$

Equação 8 e 9. K: coeficiente de acordo com o tipo de solo;
α: razão do atrito lateral unitário na luva (CPT) sobre a resistência de ponta do cone;
N_p: índice de resistência à penetração (N_{SPT}) na cota de apoio da ponta da estaca;
N_L: índice de resistência a penetração (N_{SPT}) médio na camada de comprimento ΔL ao longo do fuste;
F_1 e F_2: fatores de correção que levam em conta o efeito escala protótipo-modelo (tabela 2), ajustado por 63 provas de carga em vários estados do Brasil.

Fatores de correção apresentados pelo método Aoki-Velloso para cálculo da capacidade de carga

TIPO DE ESTACA	F_1	F_2
Franki	2,5	5
Metálica	1,75	3,5
Pré-moldada	1,75	3,5
Raiz	2	4

Tabela 2: Fatores de correção F_1e F_2. Fonte: Cintra *et al*[11]

Os valores de K e α apresentados na tabela a seguir:

Coeficientes correspondentes ao tipo de solo aplicado ao cálculo da capacidade de carga no método Aoki-Velloso

SOLOS	K (MPa)	α (%)
Areia	1,00	1,4
Areia Siltosa	0,80	2,0
Areia Siltoargilosa	0,70	2,4
Areia Argilosa	0,60	3,0
Areia Argilossiltosa	0,50	2,8
Silte	0,40	3,0
Silte Arenoso	0,55	2,2
Silte Arenoargiloso	0,45	2,8
Silte Argiloso	0,23	3,4
Silte Argiloarenoso	0,25	3,0
Argila	0,20	6,0
Argila Arenosa	0,35	2,4
Argila Arenossiltosa	0,30	2,8
Argila Siltosa	0,22	4,0
Argila Siltoarenosa	0,33	3,0

Tabela 3: Coeficiente K e razão de atrito α. Fonte: CINTRA *et al*[11]

Portanto, a capacidade de carga proposta por Aoki–Velloso pode ser estimada pela fórmula semiempírica:

$$R = \frac{K.N_p}{F_1} A_p + \frac{U}{F_2} \sum_{F_2}^{n} (\alpha\, K\, N_L\, \Delta_L) \quad (10)$$

É importante ressaltar que a NBR 6122/2010 estabelece que o fator de segurança para cálculo da carga admissível é F_s = 2,0, quando não forem utilizados resultados de provas de carga anteriores ao desenvolvimento do projeto.[11]

- Método Décourt-Quaresma (1978)

Baseado em resultados obtidos a partir de ensaio de SPT, em 1978, Luciano Décourt e Arthur R. Quaresma apresentaram um método para determinação da capacidade de carga de estacas.[16]

O método propõe que a capacidade de carga é segmentada em resistência de ponta (R_P) resistência lateral (R_L), onde:

$$R_L = r_L\, U\, L \quad (11)$$

$$R_p = r_p\, .A_p \quad (12)$$

O valor médio do índice de resistência à penetração do SPT ao longo do fuste (N_L) é utilizado para a estimativa da tensão de adesão ou atrito lateral (r_L), de acordo com uma tabela, sem distinção quanto ao tipo de solo. No cálculo de N_L adotam os limites de $N_L \geq 3$ e $N_L \leq 15$ e não consideram os valores que serão utilizados na avaliação da resistência de ponta.[11]

Décourt (1982) transforma os valores tabelados na expressão (em kPa) e estende o limite superior de N_L= 15 para N_L= 50, para estacas de deslocamento e estacas de escavadas com bentonita, e mantendo $N_L \leq 15$para estacas Strauss e tubulões a céu aberto.[11]

$$r_L = 10\left(\frac{N_L}{3} + 1\right) \quad (13)$$

A capacidade de carga na ponta ou base da estaca (r_P) proposta pelo método é estimada por (em kPa):

$$r_p = C\, N_p \quad (14)$$

Equação 14. N_P: valor médio do índice de resistência à penetração na ponta da estaca, obtido a partir de três valores: no nível da ponta ou base, imediatamente anterior e mediatamente posterior;
C: coeficiente característico do solo (tabela 4), ajustados por meio de 43 provas de carga realizadas em estacas de concreto pré-moldado.

Coeficiente aplicado ao tipo de solo para o cálculo da capacidade de carga no método Décourt-Quaresma

TIPO DE SOLO	C (kPa)
Argila	120
Silte argiloso*	200
Silte arenoso*	250
Areia	400
*alteração de rocha (solos residuais)	

Tabela 4: Coeficiente característico do solo C. Fonte: CINTRA *et al*[11]

Os fatores α e β, foram introduzidos nas parcelas de resistência de ponta e lateral, respectivamente, resultando na capacidade de carga como:[11]

$$R = \alpha\, C\, N_p A_p + \beta 10\left(\frac{N_L}{3} + 1\right) U\, L \quad (15)$$

Equação 15. U: perímetro da seção transversal do fuste (m);
A_P: área da seção transversal da ponta (m^2);
L: comprimento do fuste (m), sem levar em conta aqueles utilizados para estimativa da resistência de ponta.

Parâmetros α correspondentes ao tipo de solo e ao tipo de estaca aplicado ao cálculo da capacidade de carga no método Décourt-Quaresma

TIPO DE SOLO	TIPO DE ESTACA				
	Escavada em geral	Escavada (bentonita)	Hélice contínua	Raiz	Injetada sob altas pressões
Argilas	0,85	0,85	0,3*	0,85*	1,0*
Solos intermediários	0,6	0,6	0,3*	0,6*	1,0*
Areias	0,5	0,5	0,3*	0,5*	1,0*
* valores apenas para orientação diante do reduzido número de dados disponíveis					

Quadro1: Valores do fator α em função do tipo de estaca e do tipo de solo. Fonte: CINTRA *et al*[11]

Parâmetros β correspondentes ao tipo de solo e ao tipo de estaca aplicado ao cálculo da capacidade de carga no método Décourt-Quaresma

TIPO DE SOLO	TIPO DE ESTACA				
	Escavada em geral	Escavada (bentonita)	Hélice contínua	Raiz	Injetada sob altas pressões
Argilas	0,8*	0,9*	1,0*	1,5*	3,0*
Solos intermediários	0,65*	0,75*	1,0*	1,5*	3,0*
Areias	0,5*	0,6*	1,0*	1,5*	3,0*
* valores apenas para orientação diante do reduzido número de dados disponíveis					

Quadro2: Valores do fator β em função do tipo de estaca e do tipo de solo. Fonte: CINTRA *et al*[11]

- Ensaio de carregamento dinâmico

A NBR 6122/2010 diz que métodos dinâmicos são utilizados para a estimativa de carga em fundações profundas, através da verificação do comportamento do elemento de fundação sob a ação do carregamento dinâmico. O ensaio é fundamentado na teoria da equação da onda e instrumentado para essa aplicação.[3]

Segundo Cavassani *et al*[17], a instrumentação para a realização do ensaio de carregamento dinâmico conta com um par de acelerômetros (transdutores de aceleração), um par de transdutores de deformação específica e de um analisador de cravação de estacas, PDA para o processamento e tratamento dos dados.

Souza *et al*[18] explicam que a análise dos resultados do PDA, utiliza o *software* Case *Pile Wave Analysis Program* (CAPWAP) que tem por objetivo simular diversas curvas, como as curvas de força *versus* tempo, velocidade x impedância *versus* tempo e onda ascendente *versus* tempo mais similar à coleta realizada no ensaio.

A NBR que prescreve o método de ensaio de carregamento dinâmico é a NBR 13208/2007, que o define como o ensaio que "visa verificar o comportamento da interação estaca-solo durante a aplicação de uma força de impacto no seu topo".[19]

Para Cabette *et al*[9] o fato de os golpes do ensaio serem aplicados dinamicamente através de um sistema de percussão o torna distinto do ensaio de provas de carga estática que por sua vez aplica esforços estáticos à estaca e registra os deslocamentos.

O princípio de execução do ensaio de carregamento dinâmico é considerado simples, pois consiste apenas na aplicação de um impacto na cabeça da estaca ao qual irá gerar uma onda que se propaga até sua ponta aonde essa força irá refletir voltando à cabeça.[20]

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As localizações das sondagens são apresentadas na figura 1, assim como a locação das estacas que foram objetos da presente pesquisa.

Planta baixa da obra do Sistema de Esgotamento Sanitário de Marechal Floriano- ES

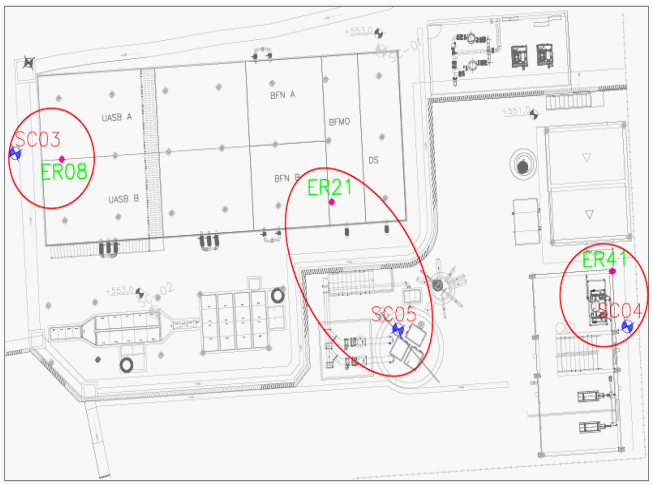


Figura 1: Localização das sondagens e respectivas estacas.

A estimativa da capacidade de carga das estacas, sua resistência de ponta e o atrito lateral, levaram em consideração os seguintes pontos e especificações:

Identificação das estacas estudadas e sondagens correspondentes

Estaca	Diâmetro	Sondagem correspondente	Compr. em solo	Compr. em rocha	Compr. Total
ER 08	310 mm	SC 03	6,8 m	6 m	12,8 m
ER 21	310 mm	SC 05	15 m	3 m	18 m
ER 41	310 mm	SC 04	23 m	2 m	25 m

Quadro 3: Especificações das estacas e sondagens estudadas.

Para estimar a capacidade de carga da estaca raiz, foram utilizadas planilhas eletrônicas de cálculo ao qual de acordo com o tipo de solo e o N_{SPT} para a sondagem correspondente a estaca estudada, chegou-se nos resultados aqui apresentados.

As figuras 1,2 e 3 abaixo mostram as sondagens realizadas próximas às estacas conforme especificado no quadro 3.

Na sondagem SC 03, o índice de resistência a penetração variou de 4 a 19 golpes/30 cm, alcançando esse último valor aos 10m em solo, logo após o perfil passa por uma longa camada de rocha alterada a partir de 11m de profundidade, tornando-se impenetrável aos 21,80m. O nível de água foi identificado na profundidade de 17m. A estratigrafia é composta pelos seguintes materiais: argila arenosa de cor vermelha, solo alterado de cor vermelha, rocha muito alterada, rocha alterada e rocha sã.

Perfil de sondagem realizado *in loco*, próximo à estaca ER 08

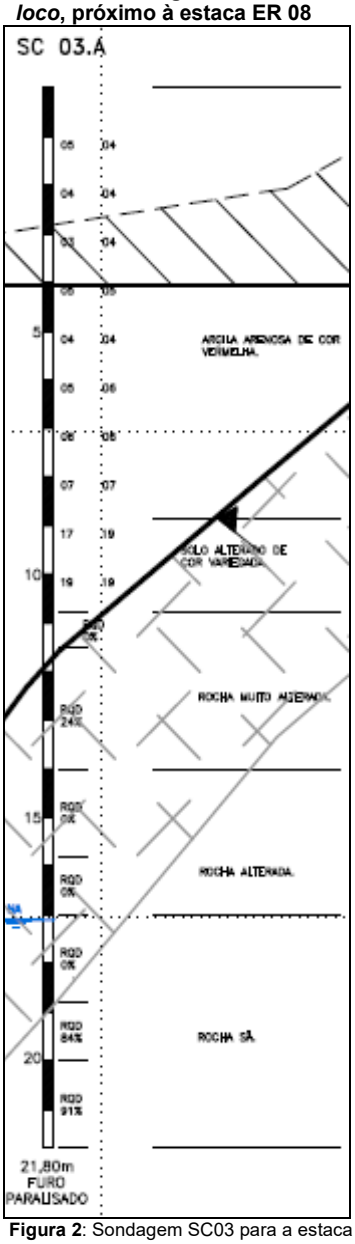


Figura 2: Sondagem SC03 para a estaca ER08

No perfil de sondagem SC 04, o índice de resistência a penetração variou de 4 a 66 golpes/30 cm, alcançando esse último valor a aproximadamente 22m em solo, tornando-se impenetrável aos 23,30m. O nível de água foi identificado na profundidade de 12m. A estratigrafia é composta pelos seguintes materiais: argila siltosa arenosa de cor variada e alteração arenosa de cor variada.

Perfil de sondagem realizado *in loco*, próximo à estaca ER 41

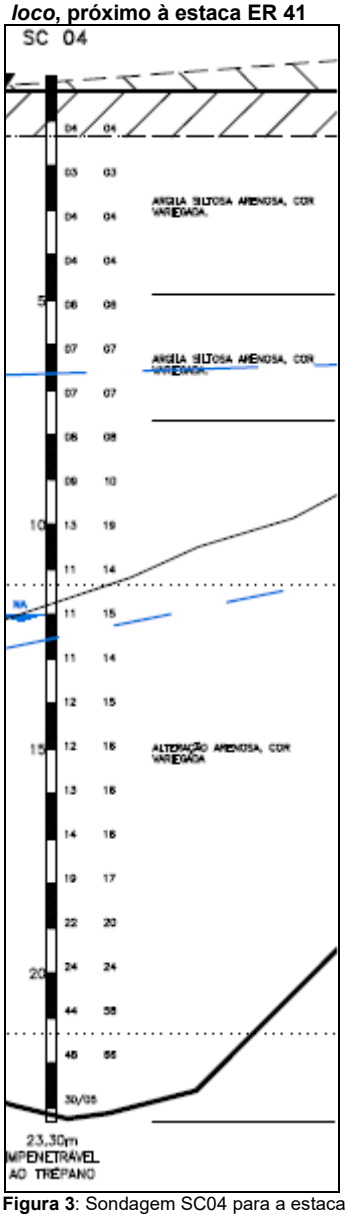


Figura 3: Sondagem SC04 para a estaca ER41

Perfil de sondagem realizado *in loco*, próximo à estaca ER 21

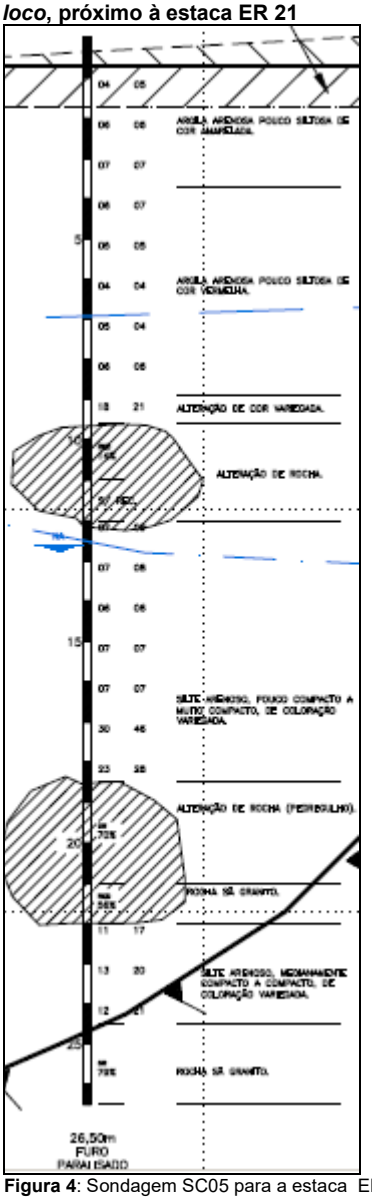


Figura 4: Sondagem SC05 para a estaca ER21

Na sondagem SC 05, o índice de resistência a penetração variou de 5 a 46 golpes/30cm, alcançando esse último valor aos17m em solo, logo após o perfil passa por uma camada de alteração de rocha e torna-se impenetrável aos 26,50m. O nível de água foi identificado na profundidade aproximada de 12,5m. A estratigrafia é composta pelos seguintes materiais: argila arenosa pouco siltosa de cor amarelada, argila arenosa pouco siltosa de cor vermelha, alteração de cor variada, alteração de rocha, silte arenoso pouco compacto de coloração variada, rocha sã granito, silte arenoso medianamente compacto de coloração variada e rocha sã de granito.

Para cada sondagem foram calculadas as capacidades de carga obtida pelos métodos semiempíricos Décourt-Quaresma (1978) e Aoki-Velloso (1975) ao longo da sua profundidade, considerando o fator de segurança igual a dois que é solicitado pela NBR6122 (2010).

A seguir apresentam-se para as três estacas os resultados das previsões de carga de ruptura, calculados a partir do valor do N_{SPT} dos ensaios de sondagem, respeitando os limites estabelecidos nas revisões bibliográficas para cada método, além da resistência de ponta e o atrito lateral.

Resultados dos cálculos aplicados ao método Aoki-Velloso para as estacas estudadas

Estaca	AOKI-VELLOSO			
	Resist. Ponta (tf)	Atrito lateral (tf)	Carga Total (tf)	Carga adm (tf)
ER 08	452,9	269,3	722,1	361,07
ER 21	452,9	256,8	709,6	354,82
ER 41	452,9	241,0	693,9	346,93

Quadro 4: Resultados do método Aoki-Velloso

Resultados dos cálculos aplicados ao método Décourt-Quaresma para as estacas estudadas

Estaca	DÉCOURT-QUARESMA			
	Resist. Ponta (tf)	Atrito lateral (tf)	Carga Total (tf)	Carga adm (tf)
ER 08	362,3	274,6	593,1	296,60
ER 21	362,3	272,4	589,7	294,80
ER 41	362,3	299,0	629,6	314,80

Quadro 5: Resultados do método Décourt-Quaresma

O ensaio de carregamento dinâmico foi realizado por empresa especializada, respeitando a NBR 13208/2007 e utilizou o método de energia crescente ao qual emprega um martelo em queda livre a fim de aplicar golpes sucessivos com alturas de queda crescente obedecendo aos critérios de paralisação da norma. Um martelo de 3,0 toneladas foi usado para a aplicação dos golpes, abaixo os resultados encontrados.

Resultados do ensaio de carregamento dinâmico realizado *in loco* para as estacas estudadas

Estaca	PDA			
	Resist. Ponta (tf)	Atrito lateral (tf)	Carga Total (tf)	Carga trabalho (tf)
ER 08	14,69	206,42	221,11	100
ER 21	18,00	195,98	213,98	100
ER 41	17,37	185,04	202,77	100

Quadro 6: Resultados do ensaio de carregamento dinâmico

As estacas analisadas possuem comprimentos variados como é possível observar no quadro 3. O tipo de solo também varia de acordo com o tipo de sondagem o que influencia diretamente no cálculo, uma vez que cada método semiempírico utiliza uma constante para cada tipo de solo.

Lobo *et al*[21] enfatiza que o processo construtivo da estaca está diretamente relacionado com sua capacidade de carga, onde para a realização do cálculo é preciso considerar a especificidade do tipo de estaca aplicada e do tipo de solo.

Os gráficos abaixo representam os resultados encontrados de resistência ponta, atrito lateral e capacidade de carga total para as estacas estudadas.

Representação gráfica da resistência de ponta, atrito lateral e capacidade de carga total para os métodos semiempíricos Décourt-Quaresma e Aoki-Velloso e ensaio de carregamento dinâmico da estaca ER 08

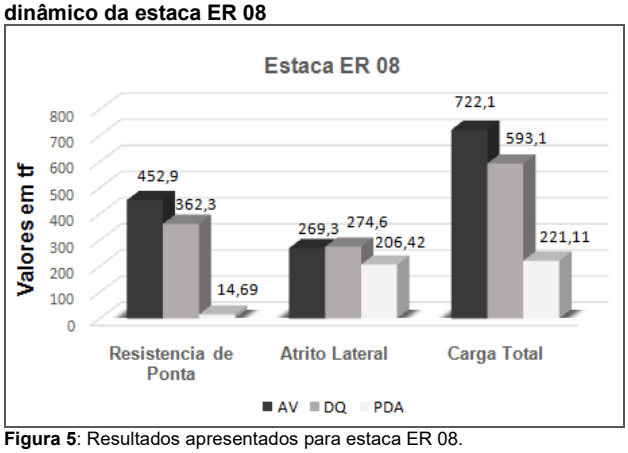


Figura 5: Resultados apresentados para estaca ER 08.

Representação gráfica da resistência de ponta, atrito lateral e capacidade de carga total para os métodos semiempíricos Décourt-Quaresma e Aoki-Velloso e ensaio de carregamento dinâmico da estaca ER 21

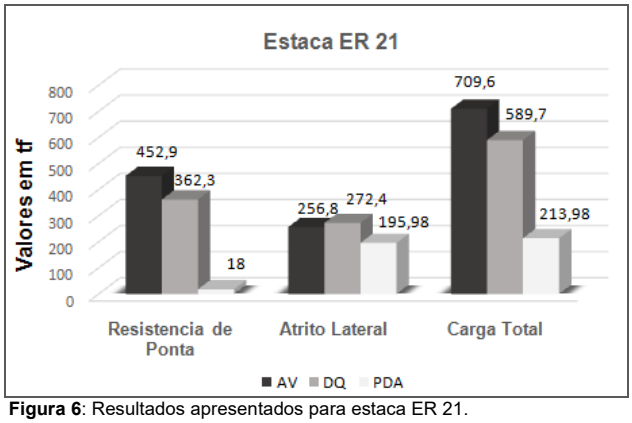


Figura 6: Resultados apresentados para estaca ER 21.

Representação gráfica da resistência de ponta, atrito lateral e capacidade de carga total para os métodos semiempíricos Décourt-Quaresma e Aoki-Velloso e ensaio de carregamento dinâmico da estaca ER 41

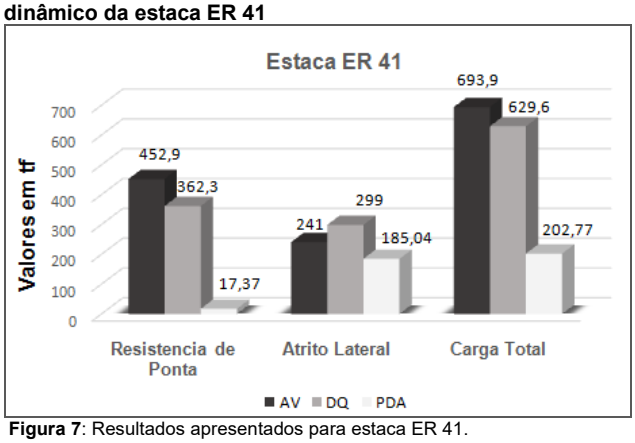


Figura 7: Resultados apresentados para estaca ER 41.

É possível observar que a resistência de ponta para as estacas ER08, ER21 e ER41 se apresentou com os resultados iguais nos dois métodos semiempíricos, fato esse justificado pelo N_{SPT} final, que para viabilizar o estudo, foi considerado uma camada final muito compacta de areia com um N_{SPT} de 120, que é bastante elevado, ao qual se comporta como a camada impenetrável de rocha sã, sendo assim, ambos os métodos superestimou a carga de ponta, uma vez que os métodos teóricos não consideram a camada de rocha nas estimativas de carga.

Um estudo realizado por Alledi *et al*[22], que utilizou os métodos Décourt-Quaresma e Aoki-Velloso para estimar a carga de ruptura de uma estaca hélice contínua comparados a uma prova de carga, concluiu que o método Décourt-Quaresma superestimou o valor da carga de ponta. É possível dizer que isso se repete na presente pesquisa quando os valores são comparados ao ensaio PDA, ao qual apresentou valores bem abaixo aos encontrado pelos métodos.

As cargas geotécnicas apresentaram valores da ordem de 600 tf ou mais, boa parte deste valor influenciada pela perfuração em material de alta resistência, a carga admissível de projeto foi apenas de 100 tf, haja vista esta ser a carga máxima suportada por um elemento de estaca raiz com diâmetro de 31 cm e ferragem principal de 20mm. Moura*et al*[8] apresentou em seu estudo que o método Décourt-Quaresma resultou em maior carga de ruptura para estacas raízes com 200mm e

250mm, sendo possível observar que para diâmetros menores esse método estima cargas maiores de ruptura. Embora o ensaio de carregamento dinâmico não tenha levado a estaca à ruptura, onde não se pode tomar como base seus resultados, ela se apresentou duas vezes maior a carga recomendada no projeto para a estaca daquele diâmetro.

Silva *et al*[23] realizou um estudo que concluiu que a capacidade de carga da estaca raiz é influenciada pelo volume de argamassa injetado e pela pressão de injeção, defendendo a ideia que existe variação da pressão limite de injeção para cada tipo de solo. Ele relata ainda sobre o aumento da capacidade de carga quando há ocorrência do fraturamento ou cisalhamento do terreno que implicarão em protuberâncias e irregularidades no fuste da estaca ao qual irá resultar em maior atrito lateral.

Tonhá *et al*[24] em seu estudo percebeu que o método de Aoki e Velloso (1975) para cálculo de capacidade de carga de estacas é muito dependente dos valores de "k" e"α" que por sua vez são muito dependentes do tipo de solo o que pode variar de acordo com a região.

Os resultados das estimativas feitas pelos dois métodos semiempirícos revelaram certa disparidade entre os resultados. Essas diferenças atribuem-se às simplificações e considerações de cada autor. Todavia, para a estimativa de capacidade de carga em fundações tipo estaca raiz é recomendado utilizar mais de um método para efeito de comparação.

CONCLUSÃO

É possível observar que o método proposto por Aoki e Velloso não apresentou boa correlação na estimativa do atrito lateral, pelo fato de ter subestimado os resultados. Em se tratando da carga total da estaca, o método acima citado superestimou bastante a capacidade de carga, em função da zona de transição do solo fraco para o solo mais competente, com aumento significativo do N_{SPT}.

Os valores de capacidade de carga obtidos através do método semiempírico Decourt-Quaresma em comparação aos valores encontrados nas analises CAPWAP, apresentou maior convergência de resultados.

O ensaio de carregamento dinâmico expressa resultados de capacidade mobilizada da estaca até um limite de duas vezes o valor da carga admissível no projeto, ou seja, a carga apresentada no teste não representa necessariamente a carga de ruptura da estaca. Os métodos semiempíricos aqui estudados apresentam a carga última do elemento de fundação, fato este que justifica a discrepância entre os valores observados no ensaio e os estimados na fase de projeto.

A carga geotécnica ensaiada pelo teste PDA foi superior à carga admissível recomendada no projeto (100 tf), sendo assim, ela atende e supera o coeficiente de segurança igual a dois, exigido pela norma.

O desenvolvimento do projeto geotécnico de fundações é uma fase que demanda muita experiência do engenheiro civil. A bibliografia oferece uma gama de métodos para estimar a capacidade de carga de uma fundação, mas as considerações de cada modelo teórico, as incertezas advindas do processo executivo das investigações geotécnicas no campo e a variabilidade natural dos terrenos torna a eleição do método para estimativa da capacidade de carga da fundação um desafio para o projetista.

Quanto à realização do ensaio de carregamento dinâmico, além de ser uma exigência da norma NBR 6122 (2010), revelou-se um bom instrumento para avaliar o comportamento real do estaqueamento, já considerando aqui o processo executivo e todas as demais interferências do campo. Os resultados do desempenho individual das estacas ensaiadas trazem conforto ao projetista à medida que é possível averiguar suas considerações adotadas na concepção do projeto e o atendimento ao fator de segurança necessário. É salutar frisar, no entanto, que os resultados, positivos ou negativos, dos ensaios de carregamento em campo devem ser interpretados com ressalvas uma vez que não consideram o efeito de grupo das estacas e sim seu comportamento como estaca isolada; comportamento este que não se refletirá durante a vida útil da obra.

A partir desse estudo também foi possível concluir que o método que mais se aproximou dos resultados do ensaio de carregamento dinâmico foi o Décourt-Quaresma. Porém, ambos os métodos estudados se revelaram conservativos em relação ao comportamento observado da estaca *in loco*, o que evidencia que a utilização destes métodos semiempíricos para estimativa de capacidade de carga da obra estudada conduziu a valores dentro dos limites de segurança impostos pela norma vigente.

REFERÊNCIAS

[1] ANDRADE, AR. **Caracterização dos elementos de fundações aplicáveis em edificações na região de Florianópolis.** Dissertação. Programa de mestrado da Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. 2003; 143p.

[2] SOARES, BR; AGUIAR, MFP; MATOS, YMP; MARQUES, ÍR; MOREIRA, JPR; MONTEIRO, FF. Aplicação do método de Aoki (2013) para determinação da capacidade de carga em estacas considerando o embuchamento no amostrador SPT**. XX Encontro de Iniciação à Pesquisa Universidade de Fortaleza**. 2014; p. 1-6. ISSN 1808-8449.

[3] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6122**. Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro. 91p. 2010. ISBN 978-85-07-02271-8

[4] GENEROSO, FJ.**Análise de provas de carga dinâmica e estática em estacas Hélice contínua monitoradas em solo residual jovem de Gnaisse.** Dissertação. Programa de mestrado da Universidade Federal de Viçosa. 2014; 121p.

[5] SOUZA, F. **Análise comparativa entre fundação rasa e estaca raiz para um mesmo perfil geotécnico.** Monografia. Universidade do Extremo Sul Catarinense. 2010; 133p.

[6] BRANCO, CJMC. **Provas de carga dinâmica em estacas escavadas de pequeno diâmetro com ponta modificada.** Doutorado. Universidade de São Paulo. 2006; 217p.

[7] FERREIRA, TR; DELALIBERA, RG; SILVA, WA. Rotina computacional para a previsão da capacidade de carga em estacas.**Revista Eletrônica de Engenharia Civil.** 2014; v.8; n.3; 38-50. ISSN 2179-0612.

[8] MOURA, AS; JÚNIOR, AJN; AGUIAR, MF. Análise de métodos semi-empíricos para o cálculo da capacidade de carga de estacas raiz de pequeno e grande diâmetro em obras de Fortaleza. **Revista Tecnologia.** 2011; v.32, n.1, p. 56-72. ISSN 2318-0730

[9] CABETTE, JF; GONÇALVES, HHS; MARINHO, FAM. Métodos semiempíricos *versus* ensaios de carregamento dinâmico em estacas. **Geotecnia Revista Luso-Brasileira de Geotecnia**. 2015; n.135, p. 89-13. ISSN 0379-9522.
[10] MARCHEZINI, SF. **Comparação entre métodos estáticos e dinâmicos de previsão de capacidade de carga em estacas assentes em solo tropical.** Dissertação. Universidade de Brasília. 2013; 171p.
[11] CINTRA, JCA; AOKI, N. *Capacidade de carga*. In: CINTRA, JCA; AOKI, N. **Fundações por estacas: *projeto geotécnico*.** 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos. p. 9-39, 2010.
[12] PARAÍSO, S; ROSA, RL. Ensaio de carregamento dinâmico. **Revista Fundações & Obras Geotécnicas.** 2016; n.64, p. 2-72. ISSN 2178-0668.
[13] GONÇALVES, SF. **Estudo do comportamento à compressão de estacas metálicas curtas em solo sedimentar**. Dissertação. Universidade Federal de Santa Maria. 2008; 136p.
[14] SOUZA, LHF; GARCIA, LP. Redimensionamento de fundação profunda após análise da carga admissível obtida em ensaio de carregamento dinâmico (PDA). **Revista de Engenharia e Tecnologia.** 2014; v.6, n.2, p.1-19. ISSN 2176-7270
[15] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6484**. Solo - Sondagens de simples reconhecimentos com SPT - Método de ensaio. Rio de Janeiro. 17p. 2001.
[16] SILVA, AAG. **Avaliação do efeito da modificação da ponta na capacidade de carga de estacas escavadas tipo trado mecanizado.** Dissertação.Programa de Mestrado em Geotecnia e Transportes da Universidade Federal de Minas Gerais. 2014. 134p.
[17] CAVASSANI, MRP; BICALHO, KV; CASTELLO, RR; AOKI, N. Avaliação da capacidade de carga de estacas metálicas tubulares de alta resistência estrutural. **Revista Luso-Brasileira de Geotecnia**. 2014; n.130, p. 131-141. ISSN 0379-9522.
[18] SOUZA, GG; ALBUQUERQUE, PJR. Avaliação do emprego de prova de carga estática e ensaio de carregamento dinâmico em estacas tipo hélice contínua. XVIII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. **COBRAMSEG**. 2016; p.19-22. DOI 1020906.
[19] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13208**. Estacas – Ensaio de carregamento dinâmico. Rio de Janeiro. 4p. 2007. ISBN 978-85-07-00481-3.
[20] PEREIRA, JJG; SANTOS, JA; CORREIA, AG; SIMÕES, TN. Ensaio de carga dinâmico – um caso de estudo sobre estacas moldadas. **Geotecnia Revista Luso-Brasileira de Geotecnia**. 2009; n.115. 21- 43. ISSN 0379-9522.
[21] LOBO, BO; SCHNAID, F; ODEBRECHT, E; ROCHA, MM. Previsão de capacidade de carga de estacas através de conceitos de transferência de energia no SPT.**Geotecnia Revista Luso-Brasileira de Geotecnia.** 2009; n.115, p. 5-20. ISSN 0379-9522.
[22] ALLEDI, CTDB; MINETTE, E; ALBUQUERQUE, PJR; POLIDO, UF. Estaca hélice contínua instrumentada: previsão de carga de ruptura por métodos semiempíricos *vs.* prova de carga.**Geotecnia Revista Luso-Brasileira de Geotecnia**. 2015; n. 135, p.115-127. ISSN 0379-9522.
[23] SILVA, RRC; PEREIRA, GA.Verificação do aumento da capacidade de carga em estaca tipo raiz, através da aplicação de ar comprimido.**Revista Ciência e Tecnologia.** 2017; v.20, n.36, p.27-34. ISSN: 2236-6733.
[24] TONHÁ, ACF; ANGELIM, RR. Capacidade de carga de fundações e verificação derecalques a partir de parâmetros do ensaiopanda 2 e de outros ensaios *in situ.* **Revista Eletrônica de Engenharia Civil.**2017; v.14; n.1; 50-65. ISSN 2179-0612.

Análise jurídica da contratação temporária de professores no município de Vitória-ES

OLIVEIRA Déborah RA[1]; MORAES Diego P[2]

RESUMO

Na dicção da Constituição Federal de 1988, a educação constitui um dos mais importantes serviços públicos assumidos pelo Estado brasileiro. Como cediço, enquanto dever estatal, a educação é prestada pelos agentes públicos, que, via de regra, são servidores estatutários. A prática, porém, tem consagrado a contratação de servidores temporários. Malgrado exista dúvida sobre a constitucionalidade da referida medida, a situação se perpetua por todo o país. Não é diferente no Município de Vitória-ES. O presente trabalho objetiva analisar o marco regulatório da contratação temporária de professores no Município de Vitória-ES. Agente público constitui toda pessoa física que mantem vínculo profissional laboral com a Administração Pública Direta ou Indireta. O conceito de agente público é aberto e comporta vários subtipos. A regra constitucional é a de que os serviços públicos sejam prestados por servidores públicos estatutários. Excepcionalmente, também é possível a contratação de agentes temporários, na forma do artigo 37, inciso IX, da Constituição Federal. A contratação de agentes temporários para a prestação dos serviços públicos desafia o preenchimento dos seguintes requisitos: (i) previsão em lei dos cargos; (ii) tempo determinado; (iii) necessidade temporária de interesse público; e (iv) interesse público excepcional. A não observância de tais requisitos macula a contratação dos referidos agentes públicos de ilegalidade e inconstitucionalidade. Cada ente federado tem o dever de elaborar sua legislação com as hipóteses de contratação temporária, seguindo a matriz constitucional acima mencionada. No âmbito do Município de Vitória-ES a matéria está disciplinada nas Lei Municipal n.º 7.534/2008, sendo a última específica dos professores. Em síntese, a legislação municipal trata das seguintes questões: (i) natureza do contrato; (ii) prazo das contratações; (iii) processo simplificado de seleção; (iv) deveres, proibições e responsabilidade; e (v) previdência dos agentes temporários. Segundo informações levantadas junto ao Município, atualmente Vitória-ES possui em seu quadro funcional 3.797 (três mil setecentos e noventa e sete) professores estatutários. Para atender necessidades pontuais da rede de ensino municipal, nos últimos 04 (quatro) anos, foram contratados aproximadamente 1.837 (mil oitocentos e trinta e sete) professores temporários; o que representa uma média anual de 460 (quatrocentos e sessenta) contratações. Observa-se que a contratação de professores temporários representa um acréscimo de mais de 12% (doze por cento) do quadro de professores efetivos. A justificativa fática usada para tais contratações foi lacônica, a saber, necessidade emergencial.

Palavras-chave. Serviço de educação. Contratação temporária de professores. Município de Vitória-ES. Aspectos legais e constitucionais

ABSTRACT

The agreement with the Federal Constitution of 1988, education compose to one of the most important public services assumed by the Brazilian State. As a state duty, education is provided by public agents, who, as a rule, are statutory servants. The practice, however, has consecrated the hiring of temporary employees. Although there is doubt about the constitutionality of this measure, the situation is perpetuated throughout the country. It is not different in the Municipality of Vitória-ES. This Scientific article intends to analyze the regulatory framework for the temporary hiring of teachers in the city of Vitória-ES. Public agent is any person who maintains professional employment relationship with the Direct or Indirect Public Administration. The concept of public agent is open to several meanings and also to comprises many subtypes. The constitutional rule is that public services are provided by statutory public employees. Exceptionally, It is also possible to hire temporary agents, as stipulated in a article 37, item IX, of the Federal Constitution. The hiring of temporary agents for the provision of public services requires compliance with the following requirements: (i) forecast in law of the positions; (ii) time determined; (iii) temporary need of public interest; And (iv) exceptional public interest. Failure to comply with these requirements hinder the contracting of said public agents of illegality and unconstitutionality. Each federated entity has the duty to develop your own legislation with the hypotheses of temporary contracting, following the aforementioned Federal Constitution. In the city of Vitória-ES, the topic under discussion is disciplined in the Municipal Law nº 7.534 / 2008, being the last one specific of the teachers. In summary, the local legislation is about the following questions: (i) nature of the contract; (ii) contracting period; (iii) simplified selection process; (iv) duties, prohibitions and liability; And (v) temporary staff security. According to information gathered from the Municipality, currently Vitória-ES has 3,797 (three thousand, seven hundred and ninety-seven) statutory professors in its staff. To meet specific needs of the municipal education network, in the last 04 (four) years, approximately 1,837 (one thousand eight hundred and thirty seven) temporary teachers were hired; Representing an annual average of 460 (four hundred and sixty) hires. It is observed that the hiring of temporary teachers represents an increase of more than 12% (twelve percent) of the number of effective teachers. The justification used for such hiring was laconic, namely, emergency need.

Keywords. Education service. Temporary hiring of teachers. Municipality of Vitória-ES. Legal and Constitutional Aspects

INTRODUÇÃO

Como cediço, a educação constitui um direito social básico do cidadão brasileiro, salvaguardado pelo artigo 6º da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Ainda nos termos do texto constitucional brasileiro, em seu artigo 23, inciso V, combinado com o artigo 205, incumbe a todos os entes federados (União, Estados, Distrito Federal e Municípios) a promoção da educação e ensino no Brasil.

Como toda atividade do Estado, a gestão e promoção das atividades educacionais é implementada por intermédio de agentes públicos, máxime profissionais da educação; importante e indispensável braço humano da Administração Pública, em qualquer dos níveis federativos.

Nesse desiderato, tornou-se corriqueira e constante a contratação temporária de professores e demais profissionais da área de educação, com o fim de suprir o déficit nos quadros permanentes da Administração Pública. Ano após ano, os entes federados abrem processo seletivo simplificado com o espeque de selecionar e contratar temporariamente profissionais de educação para preenchimento de vagas no serviço público.

A aludida situação, verificada em todo o país, não é diferente no Município de Vitória-ES. Somente no ano de 2016, conforme informação prestadas pelo Município, foram contratados mais de 200 (duzentos) profissionais da área de educação com vinculação temporária, o que ressalta a importância do tema.

Quadra registrar que, estes profissionais são rotulados de “DTs”, em alusão ao vínculo provisório e precário firmado com a Administração Pública, qual seja, designação provisória.

Neste compasso, face a importância prática do tema, o presente trabalho tem o escopo de avaliar a constitucionalidade da contratação temporária de professores pelo Município de Vitória-ES, tomando como

[1] Acadêmica do Curso de Direito da Faculdade Novo Milênio, Vila Velha, ES.
[2] Profº de Direito Administrativo da Faculdade Novo Milênio. Mestre em Direitos e Garantias Fundamentais pela Faculdade de Direito de Vitória. Especialista em Direito Tributário pela Fundação Getúlio Vargas.
Trabalho desenvolvido no Núcleo de Pesquisa e Extensão da Faculdade Novo Milênio
Data do aceite: 15/05/2017

base os últimos 04 (quatro) anos. Outrossim, também constitui objeto do presente trabalho analisar o marco regulatório municipal da contratação temporária de professores.

Para este mister, o trabalho será dividido em 04 (quatro) partes. A primeira versará sobre a correlação entres o dever do estado de prestar o serviço público de educação e o papel dos agentes público. A segunda parte analisará o sistema constitucional dos agentes públicos. Adiante, na terceira parte, será analisado o regime dos servidores temporários, com enfoque para a matriz constitucional e a análise da modulagem jurídica legal do município do Município de Vitória-ES. Por fim, na quarta parte do trabalho, será analisada a contratação de professores no município de Vitória nos últimos 04 (quatro) anos e a sua constitucionalidade.

Em arremate, convém destacar que o presente artigo será desenvolvido com o emprego do método dedutivo, que, por sua vez, consiste naquele por meio do qual parte-se de uma dedução formal: da premissa geral a uma premissa particular a fim de se alcançar uma terceira premissa denominada conclusão.

A educação e o serviço público no ordenamento jurídico brasileiro

Após séculos de movimentos sociais no âmbito Nacional e Internacional, o direito a educação, a saúde, ao trabalho e outros foram consolidados no artigo 6º da Constituição da República Federativa do Brasil.

No aludido texto constitucional, a previsão ao direito a educação foi reafirmada nos artigos 205 a 214, nos quais observa-se claramente que o constituinte preocupou-se em estabelecer diretrizes balizadoras para a educação, reconhecendo sua importância, e mais, o dever do Estado em garanti-la. Eis o disposto no artigo 205 da Constituição Federal:

> *A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.*

Nesse compasso, Gustavo de Resende Raposo (2005, p. 23) leciona que *"A efetividade do direito à educação depende da existência de toda uma estrutura que permita a organização do sistema educacional. No Estado de Direito, a previsão legal é o mecanismo apto a definir essa estrutura"*.

É imperioso destacar que, ainda nos termos da Constituição Federal, em seu artigo 22, inciso XXIV, compete privativamente à União Federal legislar sobre diretrizes e bases da educação. No entanto, na forma do artigo 24, inciso IX, compete a União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar correntemente sobre a educação, cultura, ensino e desporto.

Com o escopo de diferenciar os aludidos dispositivos, vale citar o escólio jurisprudencial firmado no bojo da **Ação Direta de Inconstitucionalidade n.º 3.669**, julgada em 18 de junho de 2007, pelo Supremo Tribunal Federal, em voto de Relatora Ministra **Cármen Lúcia:**

> *Competência concorrente entre a União, que define as normas gerais, e os entes estaduais e Distrito Federal, que fixam as especificidades, os modos e meios de cumprir o quanto estabelecido no art. 24, IX, da CR, ou seja, para legislar sobre educação. O art. 22, XXIV, da CR enfatiza a competência privativa do legislador nacional para definir as diretrizes e bases da educação nacional, deixando as singularidades no âmbito de competência dos Estados e do Distrito Federal.*

Na mesma linha, quadra registrar que o artigo 23, inciso V, do texto constitucional, fixa a competência concorrente de todos os entes federados (União, dos Estados, do Distrito Federal e Municípios) para "proporcionar os meios de acesso à cultura, à educação e à ciência".

Enfim, é inegável que o legislador constitucional brasileiro, firmou o dever do estado na prestação do serviço público de educação. Isto é, segundo a matriz constitucional, faz-se indispensável a presença efetiva do Estado na promoção da educação como direito social e necessário à vida coletiva.

Por sua vez, consoante lição de Maria Sylvia Zanella Di Pietro (2011, p. 526) o serviço público como constitui "toda atividade material que a lei atribui ao Estado para que a exerça diretamente ou por meio de seus delegados, com o objetivo de satisfazer concretamente às necessidades coletiva, sob regime jurídico total ou parcialmente de direito público".

Na forma do artigo 175 da Constituição Federal, os serviços públicos são geridos de forma direta ou indireta pela Administração Pública:

> *Art. 175. Incumbe ao Poder Público, na forma da lei, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, sempre através de licitação, a prestação de serviços públicos.*
> *Parágrafo único. A lei disporá sobre:*
> *I - o regime das empresas concessionárias e permissionárias de serviços públicos, o caráter especial de seu contrato e de sua prorrogação, bem como as condições de caducidade, fiscalização e rescisão da concessão ou permissão;*
> *II - os direitos dos usuários;*
> *III - política tarifária;*
> *IV - a obrigação de manter serviço adequado.*

A gestão direta se dá quanto dos entes federados colocam seus órgãos no efetivo emprego dos meios necessários à execução dos serviços. A gestão indireta, por seu turno, leva em conta a descentralização da atividade; isto é, a delegação (contratual ou legal) da execução do serviço.

Como não poderia deixar de ser, esta formação também se aplica ao serviço público de educação. Logo, é valido concluir que a educação deve ser prestada pela Administração Pública Direta ou Indireta.

Firmado tal importante premissa, impende-se registrar que, conforme lição de Oswaldo Aranha Bandeira de Mello, apontado por Gustavo Alexandre Magalhães (2012, p. 11), a Administração Pública (Direta ou Indireta), é composta por um elemento estático, representado pela repartição pública e sua respectiva competência, e por um elemento dinâmico, que consiste no agente público que exerce essa competência.

É o elemento dinâmico da Administração Pública que interessa ao presente trabalho. Volvendo os olhos ao referido elemento vislumbra-se que o a prestação do serviço público de educação, dever do Estado, em última *ratio* é promovida por intermédio dos agentes públicos, ou seja, pessoas físicas que agem em nome e por conta do Estado.

Os agentes públicos

Na forma do artigo 41 do Código Civil de 2002, os entes federados (União, Estados, Distrito Federal e

Municípios) constituem pessoa jurídica de direito público interno, capazes, portanto, de contrair direitos e assumir obrigações, tanto no âmbito nacional, quanto no âmbito internacional. Eis o teor do aludido dispositivo:

> *Art. 41. São pessoas jurídicas de direito público interno:*
> *I - a União;*
> *II - os Estados, o Distrito Federal e os Territórios;*
> *III - os Municípios;*
> *IV - as autarquias, inclusive as associações públicas;*
> *V - as demais entidades de caráter público criadas por lei.*
> *Parágrafo único. Salvo disposição em contrário, as pessoas jurídicas de direito público, a que se tenha dado estrutura de direito privado, regem-se, no que couber, quanto ao seu funcionamento, pelas normas deste Código.*

É imperioso registrar que, a personificação dos entes federados, nada mais é do que uma ficção jurídica criada no intuito de melhor organizar a sociedade e a promover os direitos e as garantias fundamentais dos indivíduos.

Ocorre que, enquanto ficção jurídica, os entes federados atuam por intermédio de seus órgãos (teoria do órgão público[2]), que, por sua vez, são representados por pessoas físicas. Isto é, no ordenamento jurídico brasileiro, em última análise, a vontade dos entes federados se opera através dos indivíduos, conhecidos genericamente como agentes públicos, que agem em nome e por conta do Estado.

Segundo a teoria do órgão público e o princípio da imputação volitiva[3], os agentes públicos, quando manifestam a sua vontade, nos limites de sua competência e atribuições, estão manifestando a vontade do próprio Estado. Sendo-lhes atribuído, portanto, a qualidade de personificação do Estado. A propósito do tema, é a lição do José dos Santos Carvalho Filho (2014, p. 13), segundo o qual, na teoria do órgão público, "a vontade da pessoa jurídica deve ser atribuída aos órgãos que a compõem, sendo eles mesmo, os órgãos, compostos de agentes."

Com efeito, entende-se que agente público é a designação mais genérica de toda pessoa física que exerce função pública, de qualquer espécie, desde que seja pública, como preposto do Estado, ainda que transitoriamente e sem remuneração, política ou administrativamente, institucional ou contratual.

No mesmo diapasão, leciona com precisão Maria Sylvia Zanella Di Pietro (2011, p. 584): "agente público é toda pessoa física que presta serviços ao Estado e às pessoas jurídicas da Administração Indireta."

Tal entendimento está previsto no artigo 2º da Lei n.º 8.429 de 02 de julho de 1992 (Lei de Improbidade Administrativa):

> *Art. 2º - Reputa-se agente público, para os efeitos desta lei, todo aquele que exerce, ainda que transitoriamente ou sem remuneração, por eleição, nomeação, designação, contratação ou qualquer outra forma de investidura ou vínculo, mandato, cargo, emprego ou função nas entidades mencionadas no artigo anterior.*

Quadra registrar que, o mencionado artigo faz referência a todos os agentes da União, Territórios, Estados, Distrito Federal e Municípios, bem como a qualquer dos Poderes desses entes federados. Portanto, a noção de agente públicos abrange desde o Presidente da República até os mesários voluntários nas eleições.

Ademais, ressalta-se que o agente público, mesmo atuando na Administração Pública Indireta, ou seja, em Autarquias, Fundações Públicas, Sociedade de Economia Mista Empresas Públicas e outros, também age por conta do próprio Estado. Nesse compasso, leciona Celso Antônio Bandeira de Melo (2010, p. 123):

> *A responsabilidade do Estado (ainda que às vezes apenas subsidiária) é suscitável por atos destes agentes, já que a atividade estatal não pode ser alheia a danos causados por quem atuou munido de atribuições ou poderes oriundos da esfera pública.*

Enfim, é valido realçar, a expressão agentes públicos tem sentido amplo; revela, pois, em última análise, o vínculo profissional da pessoa física com os entes federados e entidades que compõem a Administração Pública Direta e Indireta.

A partir das peculiaridades de cada um desses vínculos profissionais é possível agrupar diferentes categorias dos agentes públicos. Tais categorias vão além da divisão didática, porquanto reúnem os agentes públicos considerando semelhanças, características, tendo relevância no ordenamento jurídico no que tange ao regime da relação contratual com o Estado, ao tempo de serviço - este relativo à duração do cargo público, entre outras implicações diretas.

Ademais, impende-se destacar que não existe unanimidade doutrinária quanto à classificação.

José dos Santos Carvalho Filho (2014, p. 594) divide os agentes públicos em 03 (três) grupos, quais sejam: (i) agentes políticos, incumbidos da execução das diretrizes traçadas pelo Poder Público e que possuem as características de terem função de direção e orientação estabelecida no texto constitucional, e por ser, normalmente, exercício transitórios; (ii) agentes particulares colaboradores, agentes particulares que executam funções públicas; e (iii) servidores públicos, agentes que exercem função pública em decorrência de relação de trabalho, formam a grande massa dos agentes, por conseguinte, desenvolvem as mais variadas funções, esta categoria subdivide-se em três, servidores estatutários, celetistas e temporários.

Sob a ótica do referido doutrinador (Carvalho Filho, 2014, p. 596), esta última categoria pode se subdivide em

---

[2] A Teoria do órgão público divide-se em 03 (três) teorias, tamanha é a dificuldade para cravar o seu real conceito. De certo, é cabível conceituar que os órgãos públicos podem ser classificados como centros de competência para a execução de atividades inerentes ao Estado. A *primeira teoria*, é a do mandato, onde o mandante, que neste caso é o Estado, outorga poderes ao mandatário, para que esse possa exercer certos atos em nome do outorgante, sendo assim, sob a responsabilidade deste. A *segunda teoria*, é a teoria da representação, o agente é representante de uma pessoa incapaz de exercer atos, ou seja, um tutor do Estado. A *terceira teoria*, idealizada por Hely Lopes Meirelles (2004), é a que vigora majoritariamente no entendimento doutrinário brasileiro, tribuí ao órgão público algumas características próprias, tais como a falta de autonomia, de patrimônio próprio, da falta de personalidade jurídica e a imputação dos funcionários à pessoa jurídica com a qual o órgão mantém ligação.

[3] O princípio da imputação volitiva versa sobre a responsabilidade dos atos do agente público. Este princípio, inicialmente difundido pelo jurista alemão Otto Gierke, no final do século XIX, implementada no pensamento jurídico de Hely Lopes Meirelles (2004, p. 341), define que as atividades executadas por um agente público de um órgão ou ente, serão de responsabilidade do mesmo pelo qual o agente estiver inserindo. Entretanto, a teoria difundida por Gierke, apenas exige a aparência de investidura do agente público e a boa-fé do administrado para que a manifestação de um órgão possa ser imputada à pessoa jurídica, respeitando-se assim a segurança jurídica e o princípio da presunção de legitimidade dos atos administrativos.

(i) servidores estatutários, que são aqueles cuja a relação jurídica de trabalho é disciplinada por diplomas legais específicos, (ii) servidores celetistas ou trabalhistas, em virtude da sua relação de trabalho ser respaldada na Consolidação das Leis do Trabalho e, por fim (iii) servidores temporários que representam modalidade de contratação de servidores públicos de forma excepcional, com base na Constituição Federal, art. 37, inc. IX.

É valido destacar que Celso Antônio Bandeira de Mello (2010, p. 126) tem classificação idêntica a apresentada por José dos Santos Carvalho Filho. Para ele, os agentes públicos se dividem em agentes políticos, particulares em colaboração com a Administração, servidores públicos.

Em contrapartida, Maria Sylvia Zanella Di Pietro (2011, p. 231) apresenta a divisão dos agentes públicos em 04 (quatro) categorias, a saber: agentes políticos; servidores públicos; servidores públicos militares, particulares em colaboração com o poder público.

Como se pode observar, independentemente do tipo de divisão doutrinária, os agentes temporários são classificados como uma subcategoria de servidores públicos, com características, peculiaridades e regime jurídico distinto.

O regime jurídico dos agentes temporários

-Noções gerais e previsão constitucional

De acordo com as classificações doutrinárias acima apresentadas, os agentes temporários constituem um tipo específico de servidores públicos. Ou melhor, (Carvalho Filho, 2014, p. 602), os servidores públicos temporários "se configuram como um agrupamento excepcional dentro da categoria dos servidores públicos."

A previsão dessa categoria especial de servidores está contemplada no artigo 37, inciso IX, da Constituição da República Federativa do Brasil, que admite a sua contratação por tempo determinado para atender à necessidade temporária de excepcional interesse público. Eis o teor do mencionado dispositivo:

> *Art. 37. A administração pública direta e indireta de qualquer dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios obedecerá aos princípios de legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência e, também, ao seguinte:*
>
> *IX - a lei estabelecerá os casos de contratação por tempo determinado para atender a necessidade temporária de excepcional interesse público;*

A própria dicção do texto constitucional demonstra o caráter excepcional de tais contratações. Com efeito, de antemão, é imperioso destacar que a contratação temporária de servidores públicos é uma das medidas excepcionais de admissão de pessoal pela Administração sem a sujeição ao concurso público, regra cristalizada no artigo 37, inciso II, da CRFB[4]. Não por outra razão a contratação temporária também goza de previsão na CRFB, nos moldes do dispositivo acima transcrito.

Além disso, a Constituição Federal indica outros requisitos para contratação desses agentes, explicitadas nos tópicos seguintes.

Outrossim, como exceção ao princípio constitucional do concurso público, a contratação temporária deve restringir-se aos casos em que o interesse público efetivamente o exija, sob pena de retornar-se ao sistema *spoils sustem,* em que os governantes eleitos preenchiam os cargos públicos de acordo com sua conveniência políticas, como observa Gustavo Alexandre Magalhães (2012, p. 98).

- Dos requisitos

Enquanto medida excepcional, a contratação temporária de servidores deve ser utilizada pela Administração Pública tão somente se atendidas as condições legais, realçados pelo Ministro Relator Carlos Velloso, no julgamento da Ação Direta de Inconstitucionalidade tombada sob o n.º 2.229, a saber: "a) previsão em lei dos cargos; b) tempo determinado; c) necessidade temporária de interesse público; d) interesse público excepcional".

Nesse mesmo sentido, na Ação Direta de Inconstitucionalidade n.º 2.987 – SC, o Ministro Sepúlveda Pertence, proclamou a inconstitucionalidade de admissão de servidores para funções burocráticas ordinárias em caráter permanentes, calcado em 02 (dois) fundamentos: falta de especificação das atividades de excepcional interesse público e ausência de motivação quanto à real necessidade temporária das funções.

Diante da sólida jurisprudência acima descrita, José dos Santos Carvalho Filho (2014, p. 620), arremata no sentido de que a adoção do regime de contratação temporária desafia 03 (três) pressupostos: a *determinabilidade temporal,* isto é, a existência de prazo determinado para a contratação; a *temporiaridade,* ou seja, a necessidade deve sempre ser temporária; e por último, a *excepcionalidade do interesse público* para exercício da função que o servidor está sendo recrutado.

a. Quanto ao tempo determinado

Em efetivo cumprimento ao preceito constitucional, à admissão de servidor público temporário tem que ser feita por tempo determinado, consequentemente, o vínculo entre servidor e Administração Pública necessita ser de natureza transitória.

Por conseguinte, a transitoriedade está correlacionada à necessidade excepcional das atividades atendida pela Administração, de modo que o contrato perpetuará o tempo imprescindível para atender à necessidade momentânea que lhe deu causa, de acordo com cada hipótese de contratação temporária.

Através da Lei n.º 8.745/93, notadamente no artigo 4º, o legislador federal apontou o rol de prazos limites para a contratação de servidores temporários, no âmbito da administração pública federal. A referida previsão não tem aplicação aos demais ente federais, tais como no Município de Vitória-ES. No entanto, serve de baliza para a compreensão da temporalidade, sem embargo das divergências doutrinária sobre a possibilidade de o legislador prever quanto tempo persistirá a necessidade decorrente de excepcional interesse público.

Desta forma, vislumbra-se a relevância de a legislação fixar prazos máximos de contratação temporária. Evitando, pois, contratações perenes.

Outrossim, a existência de um termo final, sob a ótica de Magalhães (2012, p. 212), mostra-se mais vantajosa para o servidor, porquanto afasta a incerteza do fim do excepcional interesse público e da

[4] Art. 37. [...] II - a investidura em cargo ou emprego público depende de aprovação prévia em concurso público de provas ou de provas e títulos, de acordo com a natureza e a complexidade do cargo ou emprego, na forma prevista em lei, ressalvadas as nomeações para cargo em comissão declarado em lei de livre nomeação e exoneração;

consequentemente a necessidade de seus serviços.

Voltando ao cerne da questão, imperioso ressaltar observância da temporalidade da contratação salvaguarda a essência da contratação temporária, bem como constitui ato de competência do Administrador, do Poder Judiciário e dos Tribunais de Contas.

Ademais, assevera Magalhães (2012, p. 214) que "a nulidade do vínculo por inobservância dos requisitos específicos não tem capacidade de transmudar a natureza do vínculo instituído entre servidor e Administração Pública". Ou seja, mesmo que não observada a temporalidade, a relação contratual firmada com o agente não se transmuda, gerando consolidação da relação de trabalho.

b. Quanto à necessidade transitória

O requisito "necessidade transitória" diz respeito às situações de fato que exigem providências da Administração Pública com duração pré-determinada, e, para isso, autorizam a contratação de servidores temporários sem a prévia aprovação em concurso público.

A Lei n.º 8.743/93 estabelece em seu artigo 2º estabelece um rol de hipóteses consideradas de "necessidade temporária de excepcional interesse público". Novamente, vale destacar que o aludido dispositivo alcança apenas as contratações temporárias no âmbito federal. Contudo, inegavelmente serve de parâmetro para os demais âmbitos federativos.

Outrossim, sobreleva ressaltar o entendimento de Celso Antônio Bandeira de Melo (2010, p. 430), no sentido de que o rol acima mencionado não é taxativo, podendo haver outras situações que constituem necessidade temporária.

Por outro lado, não comunga de tal entendimento Alyane Almeida de Araújo (2011), segundo a qual o artigo 37, inciso IX da Constituição Federal é norma de eficácia limitada, necessitando, portanto, de lei que autorize expressamente as hipóteses de contratação. No mesmo sentido, é a jurisprudência do Tribunal de Justiça do Rio de Janeiro, prolatada no julgamento da apelação n.º 0020753-57.2011.8.19.0011, da lavra do Desembargador Rogério de Oliveira Souza, em 03/09/3013:

> *APELAÇÃO CÍVEL. DIREITO ADMINISTRATIVO. MUNICÍPIO DE CABO FRIO. GUARDA MUNICIPAL. A RELAÇÃO JURÍDICO-ADMINISTRATIVA MANTIDA POR QUATRO ANOS. CONTRATO TEMPORÁRIO DE TRABALHO. REGIME ESPECIAL. ATIVIDADE NÃO PREVISTA NAS EXCEÇÕES LEGAIS. ROL TAXATIVO. INTELIGÊNCIA DOS ARTIGOS 37, IX, DA CF E ART. 2º DA LEI8.745/93. NULIDADE. ART. 37, § 2º DA CF. LEVANTAMENTO DOS DEPÓSITOS EFETUADOS NO FGTS. POSSIBILIDADE. ART. 19-A DA LEI8.036/90. PRECEDENTES. TST. STJ. SEGURO DESEMPREGO. ART. 7º, II, DA CF. PRESCRIÇÃO QUINQUENAL. PARCIAL REFORMA DA SENTENÇA. A contratação temporária, prevista no inciso IX do art. 37 da CF é medida excepcional, limitada taxativamente aos casos previstos no art. 2º da Lei8.745/93 [...].*

Enfim, a despeito da divergência doutrinária, entende-se por necessidade temporária aquela transitória, que não é perene. Para caracterizar tais situações, revelam-se necessários o preenchimento de duas condições: a transitoriedade da necessidade e a impossibilidade de concurso público, ensejado pela anomalia da situação.

Quanto à transitoriedade da necessidade se traduz tanto nas situações de urgência - em que a imprevisibilidade demanda providências imediatas, nas quais caso não ocorra a intervenção, poderá acarretar danos irreparáveis ao interesse público; quanto nas situações de não urgência, isto é atividade de natureza transitória, justificadas pelo caráter eventual da atividade a ser desempenhada, que são incompatíveis com o provimento em caráter efetivo nos quadros da Administração Pública.

Nesse sentido, é a posição de Celso Antônio Bandeira de Melo (2010, p. 324), afirma: "[...] estamos em crer que a interpretação correta da expressão 'excepcional' interesse público seja aquela que comporta solução para problemas reais". No mesmo diapasão, a Ministra do Supremo Tribunal Federal, Cármen Lúcia Antunes Rocha:

> Pode-se dar que a necessidade do desempenho não seja temporária, que ela até tenha de ser permanente. Mas a necessidade, por ser contínua e até mesmo ser objeto de uma resposta administrativa contida ou expressa num cargo que se encontre, eventualmente, desprovido, é que torna aplicável a hipótese constitucionalmente manifestada pela expressão 'necessidade temporária'. Quer-se, então, dizer que a necessidade das funções é contínua, mas aquela que determina a forma especial de designação de alguém para desempenhá-las sem o concurso e mediante contratação é temporária.

A posição doutrinária acima, no sentido de permitir a contratação temporária em casos não urgentes, conta também com o beneplácito da jurisprudência do Supremo Tribunal Federal:

> *(...) 1. O art. 37, IX, da Constituição do Brasil autoriza contratações, sem concurso público, desde que indispensáveis ao atendimento de necessidade temporária de excepcional interesse público, quer para o desempenho das atividades de caráter eventual, temporário ou excepcional, quer para o desempenho das atividades de caráter regular e permanente (...). (STF - ADI: 3068 DF , Relator: MARCO AURÉLIO, Data de Julgamento: 25/08/2004, Tribunal Pleno, Data de Publicação: DJ 23-09-2005 PP-00006 EMENT VOL-02206-1 PP-00132 REPUBLICAÇÃO DJ 24-02-2006 PP-00007)*

Deste modo, conclui-se que o requisito da necessidade transitória exige a transitória do interesse na contratação, que pode se dar tanto face a urgência administrativa, quanto diante de situações não urgentes em que a realização de concurso público revele-se desarrazoada.

c. Quanto ao excepcional interesse público

Além da determinação temporal e necessidade transitória, a contratação temporária desafia "*a necessidade de excepcional interesse público".* Recorrendo a análise etimológica dos termos, vislumbra-se que o termo *excepcional* adveio do latim "exceptionnel", e significa, na definição encontrada no dicionário Aurélio (2014, p. 247) é, *"1. Em que há, ou que constitui exceção* (...)".

Com afeito, assevera-se, claramente, a finalidade do legislador em tutelar a necessidade extraordinária, aquela que não foi prevista, cuja qual a satisfação é indispensável para o não perecimento de interesse público, tutelado de forma direta ou secundária.

Para tanto, deve-se sempre ter por base a exigibilidade de concurso público para ingresso no quadro profissional da Administração, sendo cabível, tão

somente, o ingresso sem o devido certame quando preenchidos todos os requisitos anteriormente expostos, aliado ao caráter excepcional da atividade.

Ressalta-se que, assim como na expressão "necessidade transitória", o termo "excepcional" poderá ser definido, caracterizado, tão somente, na incidência do caso concreto. Contudo, há premissas balizadoras, como, oportunamente, leciona Magalhães (2012, p. 135):

> *(...) a Administração Pública está autorizada a proceder à contratação temporária para atender a necessidades temporárias que decorrem da transitoriedade da própria atividade a ser exercida ou de necessidades transitórias derivadas das atividades permanentes.*

Enfim, o excepcional interesse público se vislumbra naquelas situações que, casuisticamente, fogem da normalidade; que não foram previstas ordinariamente, e cuja satisfação é indispensável para o não perecimento de interesse público, tutelado de forma direta ou secundária.

Do regime jurídico dos contratos temporários

No tocante ao posicionamento adotado quanto às regras que regulam a relação jurídica entre a Administração Pública e o servidor público temporário, há, significativa, controvérsia doutrinária. Mister se faz a compreensão, que quanto ao regime jurídico dos servidores públicos, a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios instituirão, optando quanto ao celetista ou estatuário.

No que concerne ao regime jurídico dos servidores públicos temporários, sustentam os doutrinadores Celso Antônio Bandeira de Mello (2010, p. 560) e Diógenes Gasparini (2010, p. 532), a corrente que aponta tais servidores como sujeitos ao regime celetista ou trabalhista.

Sustenta Diógenes Gasparini (2010, p. 211) que "o vínculo que celebram com a Administração Pública é o *celetista*, o único que se afeiçoa com o caráter temporário da contratação. Aliás, a Consolidação das Leis do Trabalho prevê no art. 479, contrato Poe prazo certo, determinado".

Divergem de tal posicionamento, Dirley da Cunha Júnior (2009, p. 289) e José dos Santos Carvalho Filho (2014, p. 609), tratando os servidores temporários como subordinados à "Regime Jurídico especial", eis que tal regime visa disciplinar categoria específica de servidores, qual sejam os servidores públicos temporários,

Para Dirley (2009, p. 289) "o *Regime Jurídico especial* é instituído por lei especifica de cada entidade estatal, não devendo ser necessariamente o celetista".

Por sua vez, para José dos Santos Carvalho Filho (2014, p. 609) o regime será contratual, eis que o próprio texto constitucional faz menção ao termo contratação, caracterizando, portanto, relação funcional de natureza contratual.

No mesmo sentido, Raphael Diógenes Serafim Vieira (2007, p. 290) afirma que "a lei instituidora do regime certamente poderá incluir algumas normas que mais se aproximem do regime estatutário, que, inclusive, tem aplicação subsidiária no que couber (Le nº 8745/93)".

Uma terceira corrente é sustentada por Gustavo Alexandre Magalhães (2012, p. 53). Para o doutrinador, a expressão "Regime Jurídico especial" é "desprovida de qualquer conteúdo", e ainda, que o regime jurídico que regerá os servidores temporários será o mesmo que regerá os servidores públicos. Afirma, ainda, que a expressão *contratação* poderá tratar de regime estatutário, sendo este sinônimo de contrato administrativo de trabalho.

Enfim, independente do regime jurídico, a autonomia administrativa federativa determina incumbir a cada pessoa jurídica federativa instituir, mediante lei, o seu regime jurídico, a partir da matriz constitucional.

Dos direitos e garantias

A Constituição Federal garante a todo trabalhador o gozo de um amplo rol de direitos sociais. A matéria, como cediço, encontra-se prevista no artigo 7º da Constituição Federal. Os servidores temporários também fazem jus aos direitos sociais previstos na Constituição Federal, face ao disposto no artigo 40, § 13, da CRFB[5].

É esta a posição de Maria Sylvia Zanella Di Pietro (2004, p. 472), segundo qual os servidores temporários por analogia deve ser incluídos "no regime geral da previdência, já que o art. 40, §13, faz referência a outro cargo temporário". Outrossim, justifica ainda a doutrinadora na aplicação do princípio *ubi eadem est ratio ibi idem jus (*onde exista a mesma razão, deve aplicar-se o mesmo dispositivo).

Com efeito, em razão do exposto, a lei que instituir o regime jurídico dos servidores temporários, deverá estabelecer os direitos e as garantias suficientes a efetivação da valorização do trabalho na forma do art. 7 º da CRFB, sob pena de ser declarada inconstitucional.

Da legislação federal

Como sobredito, cada ente federado está incumbido do dever de criar as normas que regulamentam as contratações temporárias em seus respectivos âmbitos federativos.

Destarte, no âmbito federal, a matéria está disciplina na Lei n.º 8.745/1993, com redação alterada pelas Leis n.º 9849/1999 e 12.425/2011. Eis a ementa da referida Lei:

> *Dispõe sobre a contratação por tempo determinado para atender a necessidade temporária de excepcional interesse público, nos termos do inciso IX do art. 37 da Constituição Federal, e dá outras providências.*

Consoante determinação prevista no artigo 1º da referida Lei, a contratação temporária de servidores no âmbito federal abrange a Administração Direta e Indireta, com exceção das empresas públicas e sociedades de economia mista, tendo em vista estas estarem sujeitas ao Regime de Direito Privado, portanto a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT).

O artigo 2º apresenta, em rol taxativo[6], mais de 10 (dez) hipóteses de necessidade temporária de excepcional interesse público para justificar a contratação de servidor temporário federal. Quadra registrar que a maior parte das situações de permissibilidade tratam da contratação de professores. No que interessa, eis os

[5] Art. 40. Aos servidores titulares de cargos efetivos da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, incluídas suas autarquias e fundações, é assegurado regime de previdência de caráter contributivo e solidário, mediante contribuição do respectivo ente público, dos servidores ativos e inativos e dos pensionistas, observados critérios que preservem o equilíbrio financeiro e atuarial e o disposto neste artigo.

§ 13 - Ao servidor ocupante, exclusivamente, de cargo em comissão declarado em lei de livre nomeação e exoneração bem como de outro cargo temporário ou de emprego público, aplica-se o regime geral de previdência social.

[6] Sem embargo de divergências doutrinárias, conforme já explanado.

respectivos incisos:

> *IV - admissão de professor substituto e professor visitante;*
> *V - admissão de professor e pesquisador visitante estrangeiro;*
> *VII - admissão de professor, pesquisador e tecnólogo substitutos para suprir a falta de professor, pesquisador ou tecnólogo ocupante de cargo efetivo, decorrente de licença para exercer atividade empresarial relativa à inovação.*
> *VIII - admissão de pesquisador, nacional ou estrangeiro, para projeto de pesquisa com prazo determinado, em instituição destinada à pesquisa; e*
> *X - admissão de professor para suprir demandas decorrentes da expansão das instituições federais de ensino, respeitados os limites e as condições fixados em ato conjunto dos Ministérios do Planejamento, Orçamento e Gestão e da Educação.*
> *XI - admissão de professor para suprir demandas excepcionais decorrentes de programas e projetos de aperfeiçoamento de médicos na área de Atenção Básica em saúde em regiões prioritárias para o Sistema Único de Saúde (SUS), mediante integração ensino-serviço, respeitados os limites e as condições fixados em ato conjunto dos Ministros de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão, da Saúde e da Educação.*

Além de listar as hipóteses de contratação de professores temporários no âmbito federal, o dispositivo em voga estabelece, em seus parágrafos, regras que limitam tais contratações. Neste desiderato, destacam-se os limites para admissão de professores substitutos e visitantes, que, na forma do § 1º dó podem ocorrer para suprir a falta de efetivo, em decorrência de: "I - vacância do cargo; II - afastamento ou licença, na forma do regulamento; ou III - nomeação para ocupar cargo de direção de reitor, vice-reitor, pró-reitor e diretor de campus."

Sobreleva ressaltar que o objetivo da contratação de professores substitutos e visitantes e de professor visitante estrangeiro (tratados nos incisos IV e V do caput, respectivamente) e suas obrigações, estão elencados nos incisos dos § 5º e § 6º:

> § 5º A contratação de professor visitante e de professor visitante estrangeiro, de que tratam os incisos IV e V do caput, tem por objetivo:
> I - apoiar a execução dos programas de pós-graduação *stricto sensu*;
> II - contribuir para o aprimoramento de programas de ensino, pesquisa e extensão;
> III - contribuir para a execução de programas de capacitação docente; ou
> IV - viabilizar o intercâmbio científico e tecnológico.
> § 6º A contratação de professor visitante e o professor visitante estrangeiro, de que tratam os incisos IV e V do caput, deverão:
> I - atender a requisitos de titulação e competência profissional; ou
> II - ter reconhecido renome em sua área profissional, atestado por deliberação do Conselho Superior da instituição contratante.

Outrossim, os requisitos mínimos de titulação e competência profissional, exigidos para a contratação de professor nos termos dos incisos IV e V do caput, estão previstos no § 7º, quais sejam: ser doutor, no mínimo, há 2 (dois) anos, ser docente ou pesquisador de reconhecida competência em sua área e, também, ter produção científica relevante, preferencialmente nos últimos 5 (cinco) anos. Contudo, o § 8º, traz exceção à exigência de ser necessário o professor ser portador do título de Doutor, nos seguintes termos:

> *§ 8º Excepcionalmente, no âmbito das Instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, poderão ser contratados professor visitante ou professor visitante estrangeiro, sem o título de doutor, desde que possuam comprovada competência em ensino, pesquisa e extensão tecnológicos ou reconhecimento da qualificação profissional pelo mercado de trabalho, na forma prevista pelo Conselho Superior da instituição contratante.*

O legislador estabeleceu, ainda à luz do art. 2º, § 9º, que a contratação dos professores previstas nos incisos IV e V do caput poderá ser autorizada pelo dirigente da instituição, desde que haja recursos orçamentários e financeiros para a admissão.

Por seu turno, o § 2º, fixa o número máximo de contratação de professores substitutos e visitantes, no preceito do inciso IV do caput, determinando que não ultrapasse o percentual de 20% (vinte por cento) dos docentes efetivos. Ficam tais professores limitados ao regime de trabalho de 20 (vinte) horas ou 40 (quarenta) horas, na forma do § 10.

Quadra registrar que a referida contratação de servidores temporários para atenderem a necessidade temporária de excepcional interesse público, consoante ao art. 3º, dar-se-á através de processo seletivo simplificado, sujeito a ampla divulgação sem a necessidade de concurso público.

A propósito do processo seletivo simplificado, leciona Diógenes Gasparini (2008, p. 237):

> *Não se trata certamente, do concurso público de provas ou provas e títulos a que se refere o art. 37, II, da Constituição Federal, mas deverá dar atenção ao princípio da igualdade e permitir a seleção dos melhores candidatos à execução dos serviços desejados, por isso precisar suas diferenças é muito difícil. No entanto, pode-se afirmar que o processo seletivo público é menos demorado na sua execução e menos burocratizado.*

Imperioso destacar que o processo seletivo simplificado, na esfera federal, foi regulamentado pelo Decreto n.º 4.748/03.

Até mesmo o processo simplificado pode ser mitigado. Dispõe o § 2º, do art. 3º, que a contratação poderá ser efetivada mediante análise do *curriculum vitae*, em vista de notória capacidade técnica ou científica do profissional, nos casos do professor visitante referido nos incisos IV e V e nos casos das alíneas *a*, *d*, *e*, *g*, *l* e *m* do inciso VI e do inciso VIII do caput do art. 2º da Lei.

Na linha da matriz constitucional, o art. 4º estabelece a exigência de que as contratações sejam feitas por prazo determinado. Nesse compasso, fixa os prazos de vigência de cada contrato, sendo o período mínimo de 06 (seis) meses e o máximo de 04 (quatro) anos, admitida a prorrogação dos contratos nas hipóteses previstas no parágrafo único do aludido dispositivo.

Os professores contratados nas hipóteses de contratação sobre a égide dos incisos IV e X do caput do art. 2º, terão o contrato fixado no prazo máximo de 01 (um) ano, admitida a prorrogação, com base no inciso I do parágrafo único, desde que o prazo total não exceda a 2 (dois) anos. Por seu turno, os professores admitidos nas hipóteses previstas nos incisos VII e XI do caput do aludido artigo, terão o prazo máximo de 03 (três) anos, com a possibilidade de prorrogação, desde que não exceda 6 (seis) anos.

O art. 5º condiciona a contratação à existência de dotação orçamentária específica e mediante prévia autorização do Ministro de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão e do Ministro de Estado, sob cuja supervisão se encontrar o órgão ou entidade contratante, conforme estabelecido em regulamento, que deverão ter síntese dos contratos efetivados (art. 5º -A).

Conforme dispõe o art. 6º, é vedado aos órgãos e entidades, celebrarem contrato de servidores da Administração Direta ou Indireta dos Entes Federados, bem como de empregados ou servidores de suas subsidiárias e controladas, exceto:

> *I - professor substituto nas instituições federais de ensino, desde que o contratado não ocupe cargo efetivo integrante das carreiras de magistério de que trata a Lei nº 7.596, de 10 de abril de 1987;*
> *II - profissionais de saúde em unidades hospitalares, quando administradas pelo Governo Federal e para atender às necessidades decorrentes de calamidade pública, desde que o contratado não ocupe cargo efetivo ou emprego permanente em órgão ou entidade da administração pública federal direta e indireta.*

Registre-se que a responsabilização por infração no disposto neste artigo é da autoridade contratante da Administração Pública e do contratado, inclusive, se for o caso, solidariedade quanto à devolução dos valores pagos ao contratado.

Os limites e a forma de remuneração dos servidores temporários estão previstas no artigo 7º da Lei, que diz:

> *Art. 7º A remuneração do pessoal contratado nos termos desta Lei será fixada:*
> *I - nos casos dos incisos IV, X e XI do caput do art. 2o, em importância não superior ao valor da remuneração fixada para os servidores de final de Carreira das mesmas categorias, nos planos de retribuição ou nos quadros de cargos e salários do órgão ou entidade contratante*
> *II - nos casos dos incisos I a III, V, VI e VIII do caput do art. 2o, em importância não superior ao valor da remuneração constante dos planos de retribuição ou nos quadros de cargos e salários do serviço público, para servidores que desempenhem função semelhante, ou, não existindo a semelhança, às condições do mercado de trabalho;*
> *III - no caso do inciso III do art. 2º, quando se tratar de coleta de dados, o valor da remuneração poderá ser formado por unidade produzida, desde que obedecido ao disposto no inciso II deste artigo.*
> *§ 1º Para os efeitos deste artigo, não se consideram as vantagens de natureza individual dos servidores ocupantes de cargos tomados como paradigma.*
> *§ 2º Caberá ao Poder Executivo fixar as tabelas de remuneração para as hipóteses de contratações previstas nas alíneas h, i, j, l e m do inciso VI do caput do art. 2º.*

Adiante, o artigo 9º enumera as vedações a que estão sujeitos os contratados temporariamente, que são:

> *I - receber atribuições, funções ou encargos não previstos no respectivo contrato;*
> *II - ser nomeado ou designado, ainda que a título precário ou em substituição, para o exercício de cargo em comissão ou função de confiança;*
> *III - ser novamente contratado, com fundamento nesta Lei, antes de decorridos 24 (vinte e quatro) meses do encerramento de seu contrato anterior, salvo nas hipóteses dos incisos I e IX do art. 2o desta Lei, mediante prévia autorização, conforme determina o art. 5o desta Lei.*
> *Parágrafo único. A inobservância do disposto neste artigo importará na rescisão do contrato nos casos dos incisos I e II, ou na declaração da sua insubsistência, no caso do inciso III, sem prejuízo da responsabilidade administrativa das autoridades envolvidas na transgressão.*

O artigo 12, por sua vez, estabelece as hipóteses de extinção do contrato, sem qualquer direito a indenizações: I - pelo término do prazo contratual; II - por iniciativa do contratado. III - pela extinção ou conclusão do projeto, definidos pelo contratante, nos casos da alínea *h* do inciso VI do art. 2º, sendo que nos casos dos incisos II e III, será comunicada com a antecedência mínima de trinta dias.

O § 2º refere-se à possibilidade de indenização ao contratado no caso de extinção do contrato por iniciativa do órgão ou entidade contratante, decorrente de conveniência administrativa, importando no direito a indenização correspondente à metade do que lhe caberia referente ao restante do contrato.

Por fim, as infrações disciplinares cometidas pelos servidores temporários deverão ser apuradas mediante sindicância, concluída no prazo de trinta dias e assegurada ampla defesa do contratado, na forma do artigo art. 10.

Da regulação da contratação temporária de professores no município de vitória-es

Como já enunciado, na dinâmica do federalismo brasileiro, cada ente federado possui autonomia para editar suas próprias leis referentes à contratação temporária. Será, portanto, federal, estadual, distrital ou municipal, conforme seja a situação de competência da União, Estado, Distrito Federal ou do Município, em vista da autonomia que têm na organização e prestação dos respectivos serviços de suas competências, assevera Diógenes Gasparini (2008, p. 215).

Nesse compasso, é imperioso destacar que que a legislação federal (Lei n.º 8.745/93), enunciada no tópico anterior, incide apenas no âmbito na União Federal, consoante jurisprudência remansosa do STF:

> *Ademais, asseverou-se que a Lei 8.745/93 não incidiria em âmbito estadual ou municipal, porquanto regulamentaria contratação por tempo determinado para atender a necessidade temporária de excepcional interesse público na órbita federal. Realçou-se, por fim, que a Carta Magna não autorizaria qualquer disciplina ou regulação no plano federal para contratação de guarda municipal. Alguns precedentes citados: HC 73131/PR (DJU de 17.5.96); AP 423/RS (DJe de 28.3.2008); RE 593058 AgR/RS (DJe de 18.9.2009). HC 104078/SP, rel. Min. Gilmar Mendes, 7.6.2011. (HC-104078)*

Por consequência, cumpre frisar, os demais entes federados precisam editar normas próprias sobre a matéria.

Nesse diapasão, preceitua o artigo 31, inc. IX, da Lei Orgânica do Município de Vitória-ES:

> *Art. 31 [...] IX – a lei estabelecerá os casos de contratação por tempo determinado para atender a necessidade temporária de excepcional interesse público;*

Seguindo tal diretriz, em 21 de junho de 2008, o Município de Vitória editou a Lei n.º 7.534 que dispõe sobre a contratação por tempo determinado pata atender à necessidade temporária de excepcional interesse público.

Nesse compasso, o artigo 1º estabelece a possibilidade de o Município celebrar contrato administrativo de prestação de serviço, por prazo

determinado, para admissão de pessoal, em caráter temporário, para atender à necessidade de excepcional interesse público.

Por seu turno, o artigo 2º, enumera as hipóteses de contratação, consideradas legalmente, portanto, como de necessidade temporária e de excepcional interesse público. Dentre elas, ressalta-se o disposto no inciso IV que trata exclusivamente da contratação de professores substitutos:

> *Art. 2ª – considera-se necessidade temporária de excepcional interesse público: [...] IV – contratação de professor substituto exclusivamente para suprir a falta de docente da carreira, decorrente de exoneração ou demissão, falecimento, aposentadoria, afastamento da regência de classe para o exercício de cargo comissionado ou função gratificada, ou para compor equipe de trabalho em atividade educacional no âmbito da Secretaria de Educação, capacitação, afastamento ou licença de concessão obrigatória.*

A contratação de professores temporários desafia processo administrativo simplificado, cujos critérios serão definidos no edital próprio, obedecidos aos princípios da legalidade, da impessoalidade, da moralidade, da publicidade e da eficiência (artigo 3º).

O artigo 4º estabelece os prazos máximos para cada tipo de contratação, fazendo expressa menção às hipóteses de contratação elencadas no artigo 2º. Registra-se que para o caso de professores o prazo máximo é de 12 (doze) meses com possibilidade de prorrogação por idêntico período. Também se admite a fixação de contrato temporário para contratação de professores pelo prazo (determinável) de duração da licença do servidor a ser substituído.

Nos termos do artigo 6º, é vedada a contratação temporária de profissionais na área de educação de servidores das administrações direta e indireta da União, dos estados e dos municípios, exceto as acumulações permitidas pelo artigo 37, inciso XVI, da Constituição Federal, quais sejam:

> *XVI - é vedada a acumulação remunerada de cargos públicos, exceto, quando houver compatibilidade de horários, observado em qualquer caso o disposto no inciso XI:*
> *a) a de dois cargos de professor;*
> *b) a de um cargo de professor com outro técnico ou científico;*
> *c) a de dois cargos ou empregos privativos de profissionais de saúde, com profissões regulamentadas;*

Aponta José dos Santos Carvalho Filho (2014, p. 669) que o fundamento da proibição é impedir que o acúmulo de funções públicas faça com que o servidor não execute qualquer delas com necessária eficiência.

Estabelece o artigo 7 os critérios de remuneração, a ser fixado com base na jornada de trabalho e na tabela de vencimentos praticada pela Municipalidade. A jornada de trabalho deve respeitar a necessidade da Administração Municipal. Há expressa possibilidade de a jornada normal de 08 (oito) horas ser acrescida de até 02 (duas) horas suplementares, no interesse da Administração (artigo 8º).

O artigo 9ª fixa as proibições. Dentre elas, merece realce a proibição de o agente temporário ser novamente contratado para a mesma função antes de decorrido 12 (doze) meses do encerramento de seu contrato anterior. No entanto, o próprio dispositivo excepcional tal proibição para o caso dos professores.

Os direitos dos agentes temporários encontram disciplina nos artigos 10 e 11. Eles podem ser assim resumidos:

> *I – à indenização de férias proporcionalmente ao tempo de serviço prestado;*
> *II – ao adicional de férias proporcional ao tempo de serviço prestado;*
> *III – ao adicional noturno;*
> *IV – ao adicional de periculosidade;*
> *V – ao adicional de insalubridade, conforme laudo de serviço;*
> *VI – ao vale-transporte ou o equivalente;*
> *VII – ao décimo terceiro salário com base na remuneração integral;*
> *VIII – salário família;*
> *IX – licença maternidade ou paternidade;*
> *X – licença casamento ou falecimento de parentes; e*
> *XI – licença para tratamento de saúde.*

Por sua vez, o artigo 12 estabelece que os agentes temporários estão sujeitos aos mesmos deveres, obrigações, proibições e responsabilidade dos servidores estatutários.

As hipóteses de rescisão do contrato estão disciplinadas nos artigos 13 e 14. E, por fim, o artigo 15 fixa a aplicação subsidiária da Lei Federal n.º 8.745/1993.

- Dos serviços temporários no município de Vitória-ES

Na forma do permissivo legal supra mencionado e segundo o imperativo da discricionariedade administrativa dos seus gestores políticos, o Município de Vitória promove contratações de professores temporários para atendimento de suas necessidade.

Segundo informações obtidas junto a Prefeitura Municipal de Vitória-ES, através do processo administrativo n.º 26902/2016, nos últimos (04) quatro anos (2013, 2014, 2015 e 2016) o referido Município firmou aproximadamente 1.837 (mil oitocentos e trinta e sete) contratos temporários com professores.

As referidas contratações complementaram as necessidades do quadro municipal de professores que possui 3.797 (três mil setecentos e noventa e sete) professores efetivos, isto é, com vínculo de trabalho permanente com o aludido ente em razão de aprovação prévia em concurso de prova ou provas e títulos na forma do artigo 37, inciso II, da Constituição Federal.

Observa-se que o percentual de contratações temporária representa um acréscimo de mais de 12% (doze por cento) do quadro de professores efetivos do ente municipal.

Outrossim, segundo apontou a Prefeitura Municipal, as contratações temporárias foram realizadas para atender a necessidade temporária de excepcional interesse público. O aludido Município não declinou as razões fáticas específicas de cada uma das contratações. Ao responder tais indagações limitou-se a indicar o dispositivo legal, no qual se encontram as hipóteses nas quais a contratação é permitida; a saber, o já citado artigo 2, inciso IV, da Lei Municipal n.º 7.534/2008.

Na mesma linha, ao ser indagado sobre a quantidade de professores que faleceram, aposentaram, gozaram de licenças obrigatórias ou afastamento de qualquer ordem, de modo a justificar tais contratações, o Município permaneceu em silencio.

No que diz respeito ao processo de contratação, o Município não indicou os critérios utilizados no processo seletivo. Limitou-se a afirmar que eles são fixados pela Secretaria de Educação.

Na mesma linha, no que diz respeito ao responsável por analisar a necessidade temporária de professores, apontou o Município que tal medida é de responsabilidade da "Secretaria de Educação que solicita a demanda e após é analisado em outros setores das Secretaria envolvidas."

Através dos dados financeiros apresentados pelo Município, foi possível constatar que um professor temporário recebe o mesmo que um professor efetivo no início de carreira. Como o regime de carreira é incompatível com a contratação temporária, com o passar do tempo e as contratações sucessivas o agente temporário passa a receber menos que um professor efetivo.

O Município não oportunizou a análise de nenhum contrato temporário, no entanto informou que os professores temporários estão sujeitos ao Regime Geral da Previdência Social. Logo, são regidos pela Consolidação das leis do Trabalho, com direito a férias e décimo terceiro, dentro outros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A contratação temporária de professores para atendimento de necessidade temporária de excepcional interesse público tem lastro no inciso IX, do artigo 37, da Constituição Federal. A Lei Orgânica do Município de Vitória, em seu artigo 81, § 2º, reafirma tal possibilidade de contratação.

Conforme se depreende dos referidos dispositivos legais, bem como da jurisprudência do Supremo Tribunal Federal, a contratação temporária desafia os seguintes requisitos: (i) previsão em lei dos cargos; (ii) tempo determinado; (iii) necessidade temporária de interesse público; e (iv) interesse público excepcional.

Diante dos dados obtidos junto à Prefeitura, é possível concluir que que não houve o devido preenchimento de todos os requisitos no caso da contratação temporária de professores no Município de Vitória-ES, máxime da necessidade temporária o do interesse público excepcional.

No que diz respeito ao requisito da "necessidade temporária", vislumbra-se que o Município de Vitória realiza a contratação de professores para as atividades corriqueiras da secretaria de educação, isto é atividade essencial do município, de prestação contínua e não temporária.

Também não se observa o interesse público excepcional, porquanto não restou demonstrado a situação extraordinária ou fora do cotidiano. A fundamentação apresentada para as contratações, qual seja, atender a "demanda emergencial, necessidade temporária de excepcional interesse público" é lacônica e reforça a ausência de excepcionalidade. Em verdade, não há fundamento na acepção técnica jurídica que tal contratação exige.

Enfim, notadamente, cuidam-se, em geral, de contratações inconstitucionais, porquanto não respeitam os limites constitucionais acima anunciados.

Em arremate, convém destacar que a ilegalidade não é medida estranha à realidade brasileira. É que, constitui prática Administrativa a celebração de contratos por tempo determinado, com servidores da área de educação, apenas no período compreendido entre fevereiro e dezembro.

Além de negar o direito ao gozo de férias e de recebimento de décimo terceiro salário, o Poder Público se vale de tal prática no intuito de demonstrar "necessidade transitória" da prestação de serviço. Assim, durante anos a fio, contrata as mesmas pessoas para trabalhar por dez ou onze meses, como se fossem autônomos e independentes.

REFERÊNCIAS

1. BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. 1988.
2. BRASIL. Lei nº 8.429 de 02 de julho de 1992
3. BRASIL. Lei nº 8.745/93 de 09 de dezembro de 1993.
4. BRASIL. Lei nº 8.213 de 24 de julho de 1991.
5. BRASIL. SUPREMO TRIBUNAL FEDERAL.
6. BRASIL. SUPERIOR TRIBUNAL DE JUSTIÇA
7. CARVALHO FILHO, José dos Santos. **Manual de direito administrativo**. 27 ed. São Paulo: Atlas, 2014.
8. CUNHA JÚNIOR, Dirley da. **Controle Judicial das omissões do poder público**. São Paulo: Saraiva, 2004.
9. DI PIETRO, Maria Sylvia Zanella. **Direito administrativo**. 24 ed. São Paulo: Atlas, 2011.
10. ESPÍRITO SANTO. TRIBUNAL DE JUSTIÇA.
11. GASPARINI, Diógenes. **Direito Administrativo**. 13. Ed. São Paulo: Saraiva, 2008.
12. MAGALHÃES, Gustavo Alexandre. **Contratação temporária: por excepcional interesse público**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2012.
13. MELLO, Celso Antônio Bandeira de. **Curso de direito administrativo.** 27. Ed. São Paulo: Malheiros, 2010.
14. MELLO, Oswaldo Aranha Bandeira. **A relação jurídica entre o Estado e seus servidores**. Direito: doutrina, legislação e jurisprudência. Rio de Janeiro, ano IV-v, XXIV, p. 82-102, Nov./dez. 1943.
15. RAPOSO, Gustavo de Resende. A educação na Constituição Federal de 1988. **Jus Navigandi**. Teresina. Ano 10, n. 641. 10 abr. 2005. Disponível em: <http://jus.com.br/artigos/6574>. Acesso em: 22 dez. 2014.
16. RIO DE JANEIRO. TRIBUNAL DE JUSTIÇA.
17. VIEIRA, Raphael Diógenes Serafim. **Servidor público temporário**. Viçosa: UFV, 2007.
18. VITÓRIA. Lei nº 7.534 de 21 de julho de 2007.
19. VITÓRIA. Lei Orgânica do Município de Vitória-ES.

Entre espaços e histórias: a construção de memórias locais e sua importância na valorização da cultura capixaba

LAGO, Rafaela D.;[1] TONINI, Andreza;[2] TOLEDO, Patriky;[3] VIANNA, Álvaro[4]

RESUMO

O estudo discute a importância da construção de memórias locais para valorização da cultura capixaba a partir de pesquisas históricas e espaciais. Objetivou-se analisar as transformações ocorridas no espaço a partir da colonização portuguesa no Espírito Santo e a influência das culturas indígena, portuguesa e africana na formação da gastronomia capixaba a partir de pesquisas bibliográficas e trabalhos de campo. Acredita-se que a construção de saberes a respeito da história do Espírito Santo e de seus espaços são fundamentais para a construção e valorização de nossa identidade. Além disso, realizou-se pesquisas em escolas afim de mapearmos a formação de professores do ensino fundamental no que diz respeito a história e geografia do Espírito Santo bem como a frequência em que trabalham o tema em sala de aula.
Palavras Chave. Espaços de memória, História local, Espírito Santo, Diversidades.

ABSTRACT

The study discusses the importance of building local memories for the appreciation of the Capixaba culture from historical and spatial research. The aim of this work was to analyze the transformations that occurred in the area after the Portuguese colonization in Espírito Santo and the influence of the indigenous, Portuguese and African cultures in the formation of the gastronomy of Espírito Santo, based on bibliographical researches and field works. It is believed that the construction of knowledge about the history of Espírito Santo and its spaces are fundamental for the construction and appreciation of our identity. In addition, research was carried out in schools in order to map the formation of elementary school teachers regarding the history and geography of Espírito Santo as well as the frequency in which they work the theme in the classroom.
Key words. Memory Spaces, Local History, Holy Spirit, Diversity.

INTRODUÇÃO

O interesse pelo desenvolvimento de pesquisa sobre a construção de memórias locais surgiu a partir de nossas experiências como docentes na instituição. Nas disciplinas de ciências humanas (história e geografia) voltada para a formação de professores observamos o pouco conhecimento dos alunos a respeito da história do Espírito Santo e de seus espaços de memória. Se atentarmo-nos para a prática educativa do ensino fundamental em escolas públicas identificamos um pequeno espaço destinado ao ensino de saberes locais.

Tal fato, contudo, torna-se uma incongruência quando analisamos o Currículo Básico da Escola Estadual[5] para o ensino fundamental dos anos iniciais. Na área de ciências humanas, o documento destaca a importância do estudo da história local e da promoção de reflexões a respeito das diversidades culturais. Na disciplina de história, por exemplo, deve-se "privilegiar como eixo a dimensão local." É fundamental compreendermos "que somos sujeitos diferentes e diversos, historicamente construídos e portadores de direitos".[6] No que diz respeito à disciplina de geografia, segundo a secretaria da educação, ela deve promover "a percepção de identidades e a elaboração do sentimento de pertença, ao mesmo tempo em que desenvolve princípios de respeito e aceitação das diferenças, tão importantes para a convivência no mundo atual".[7]

Outra questão apontada pelo currículo básico é o trabalho com espaços de memória. A aulas de História devem considerar a educação patrimonial (observação, registro, exploração e apropriação) como parte das estratégias do ensino ao considerar o meio ambiente histórico e o patrimônio vivo; as questões concernentes à memória (individual e coletiva, fragmentada e reconstruída, singular e plural), ressaltando a importância da consolidação de paradigmas identitários.[8] Na geografia é fundamental o trabalho com "a ética e a estética, presentes na leitura das paisagens, na conformação das regiões, na delimitação dos territórios e na relação com os lugares, traduzem o rigor, a disciplina, a dinâmica e a criatividade de aprendizagens geográficas, ampliando-se para vivências no trato com o outro e com o mundo".[9]

Cientes da importância do papel da história local nas escolas e na comunidade para a valorização da cultura capixaba pretendeu-se desenvolver pesquisas teóricas com leitura e análise de fontes primárias sobre o Espírito Santo, como o relato do viajante Auguste François Biard que esteve na província do Espírito Santo no século XIX.[10]

---

[1] Professora dos cursos de Gastronomia e Pedagogia da Faculdade Novo Milênio. Doutoranda do programa de pós-Graduação em História (PPGHis) da Universidade Federal do Espírito Santo.
[2] Professora do Curso de Pedagogia da Faculdade Novo Milênio. Mestre em Engenharia de Produção com ênfase em Meio Ambiente e Gestão Energética (UNIMEP/SP).
[3] Pesquisador voluntário do quinto período do curso de Pedagogia da faculdade Novo Milênio.
[4] Pesquisador voluntário do terceiro período do curso de Gastronomia da faculdade Novo Milênio.
[5] Espírito Santo (Estado). Secretaria da Educação. **Currículo Básico Estadual**: Ensino fundamental: anos iniciais. Vitória: SEDU, 2009.
[6] Espírito Santo (Estado). Secretaria da Educação 2009, p. 124.
[7] Espírito Santo (Estado). Secretaria da Educação 2009, p. 108.
[8] Espírito Santo (Estado). Secretaria da Educação 2009, p. 124.
[9] Espírito Santo (Estado). Secretaria da Educação 2009, p. 108.
[10] Cf. BIARD. Francisco Augusto. **Dois anos no Brasil**. Tradução de Mario Sette. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1945. BIARD, Auguste François. **Dois anos no Brasil**. Brasília: Senado Federal, Secretaria Especial de Editoração e Publicação, 2004. Disponível em:< http://www2.senado.gov.br/bdsf/item/id/1082>. BIARD, Auguste-François. **Viagem à província do Espírito Santo**. Tradução de José Augusto Carvalho. Vitória: Aracruz Celulose/Jonice Tristão, s/d.

Segundo a historiadora Marcela Sarnaglia,[11] o viajante francês viajou pelo Brasil, passando pelo Rio de Janeiro, Espírito Santo e Amazonas. Sua narrativa é rica por descrever com detalhes a natureza e os índios das vilas. Nele podemos analisamos as influências étnicas (indígena, portuguesa e africana) na formação da gastronomia capixaba. Segundo Patrícia Merlo,[12] conhecer a história de um lugar torna-se uma experiência muito mais agradável e rica quando conhecemos seus hábitos, e a gastronomia permeia todos os aspectos de nossa existência.

A análise centrou-se na região litoral do Espírito Santo, em especial na cidade de Vila Velha. A Prainha possui grande importância histórica por ter se sido a primeira região de ocupação dos portugueses, ou seja, o local onde o primeiro donatário da Capitania do Espírito Santo, Vasco Fernandes Coutinho aportou em maio de 1535. Em 2015 foi sancionada lei que determina a criação do Sítio Histórico da Prainha. O objetivo do projeto é preservar o patrimônio cultural, religioso e paisagístico da região e facilitar a gestão do espaço histórico da Prainha. Nessa região há importantes espaços de memória como o Forte de São Francisco Xavier de Piratininga, a Igreja Nossa Senhora do Rosário e o convento de Nossa Senhora da Penha, dentre outros.

DESENVOLVIMENTO

A pesquisa une a ideia de patrimônio, enquanto preservador de uma memória; e de espaço, como veiculador da mesma. Tal junção sugere o uso da categoria "lugares de memória" que observa o espaço físico como suporte para a formação de uma memória coletiva. O historiador Pierre Nora,[13] referência nos estudos relacionados ao campo do patrimônio cultural, foi o responsável por desenvolver a noção de “lugares de memória”.

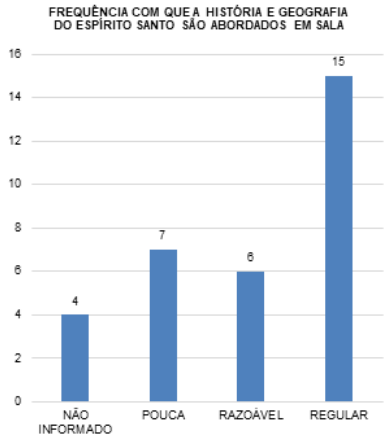
Segundo Marcia C. M. Arévalo,[14] Pierre Nora apresentou a categoria de "Lugares de Memória" como resposta à necessidade de identificação do indivíduo contemporâneo. Seria nos grupos “regionais”, ou seja, étnicos, comportamentais, de gerações, de gêneros entre outros, que se procura ter acesso a uma memória viva e presente no dia a dia. Pierre Nora conceituou os lugares de memória como um misto de história e memória.

O trabalho de campo constituiu-se em entrevistas realizadas pelos alunos-pesquisadores com professores de escolas municipais de Vila Velha. O questionário construído pelo grupo de pesquisa foi respondido por 32 professores do primeiro ao quinto ano. Na sequência foram organizados bancos de dados em planilhas eletrônicas (Excel) e feita apreciação quantitativa dos dados a respeito da frequência em que trabalham com a história local e cultura capixaba em sala de aula.

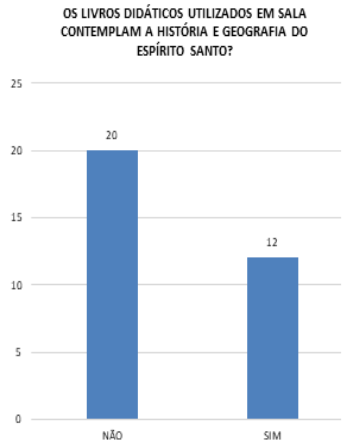
Nesse momento, importa destacar como valiosa contribuição para o presente estudo, o paradigma indiciário de Carlos Ginzburg,[15] ou seja, as buscas pelos indícios em análises de fontes. De acordo com Márcia Barros,[16] é preciso estar alerta para os possíveis vestígios, sinais, indícios reveladores de aspectos da sociedade capixaba que não poderiam ser apreendidos em modelos formais. Vejamos os resultados das pesquisas.

Os resultados revelam que grande parte dos professores tem abordado a história e geografia local em suas aulas. Dos 32 professores entrevistados, 27 tratam os temas com os alunos. Ou seja, já existe uma consciência da importância do ensino de história local.

Ao perguntarmos sobre a frequência em que são abordados em sala de aula temos foi construído o seguinte gráfico:



Em relação à frequência, observamos uma diversidade. Metade dos professores trabalha com relativa frequência o conteúdo, a outra parte diz trabalhar ‘pouco’, ‘razoável’ ou não insere a informação.



No que concerne aos livros didáticos utilizados nas escolas, as pesquisas revelaram que a maioria deles não trata de conteúdos locais. A hipótese é a de que tais livros viriam de outros estados. Outro fator importante é a

[11] SARNAGLIA, Marcela. **Viajantes, natureza e índios**: a província do Espírito Santo no relato de Aguste François Biard (1858-1859). Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em História da UFES, 2013.

[12] MERLO, Patrícia Maria Silva. **Em torno da panela**: sabores do Espírito Santo. Vitória: SEBRAE/ES, 2006, p. 11.

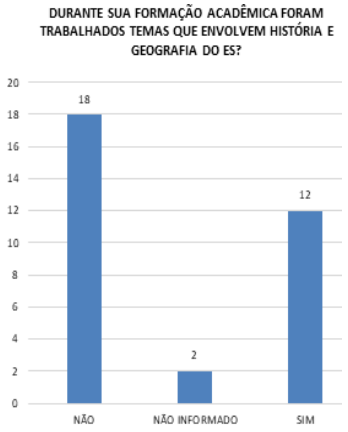
[13] NORA, Pierre. **Entre memória e história**: a problemática dos lugares. Projeto História, São Paulo, n.10, dez. 1993, p.7-28.

[14] ARÉVALO, Marcia Conceição da Massena. **Lugares de memória ou a prática de preservar o invisível através do concreto**. Texto inicialmente apresentado no I Encontro Memorial do Instituto de Ciências humanas e Sociais – Mariana / MG, 9-12 de novembro de 2004.

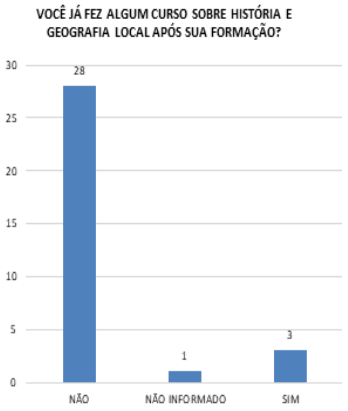
[15] GINZBURG, Carlo. 1991. **O nome e o como**. Troca desigual e mercado historiográfico. In: C. GINZBURG; E. CASTELNUOVO e C. PONI (orgs.), *A micro-história e outros ensaios*. Rio de Janeiro /Lisboa, Bertrand Brasil /Difel, p.169-178.

[16] RODRIGUES, Márcia Barros Ferreira (Org.). **Exercícios de indiciarismo**. Vitória: UFES/PPGHis, 2006.

pequena quantidade de livros feitos no Espírito Santo por especialistas sobre o tema.



A maioria dos docentes entrevistados formados em pedagogia não tiveram em seu currículo de graduação disciplinas que contemplam a história e geografia do Espírito Santo ou não foram tratadas pelos professores das disciplinas competentes. Como resultados temos professores pouco capacitados para abordarem o tema em sala de aula.



Após terminarem o curso de pedagogia, a grande maioria dos professores não realizaram cursos de extensão ou especialização que tratam da história e cultura do Espírito Santo. Ou seja, os avanços ainda são tímidos, sendo necessário o incentivo para que os professores estejam capacitados a trabalharem algo imprescindível para a formação dos alunos – A identidade e valorização da cultura capixaba.

- A alimentação como temática em sala de aula

Outra pergunta presente no questionário dizia respeito a ao trabalho com a história e geografia, e a cultura local a partir da temática alimentação. Ou seja, se havia uma preocupação por parte dos professores e do nutricionista em dar ênfase à culinária capixaba.

Os dados indicam que poucos professores trabalham o tema, e quando o fazem se centram na moqueca capixaba, patrimônio imaterial do estado do Espírito Santo.

De acordo com o IPHAN, o patrimônio imaterial é definido como sendo

> Práticas, representações, expressões, conhecimentos e técnicas junto com os instrumentos, objetos, artefatos e lugares culturais que lhes são associados – que as comunidades, os grupos e, em alguns casos, aos indivíduos reconhecem como parte integrante de seu patrimônio cultural (IPHAN, 2006, p. 15, 16).

Ainda na definição do IPHAN,[17] o patrimônio cultural imaterial, que se transmite de geração em geração, é constantemente recriado pelas comunidades e grupos em função de seu ambiente, de sua interação com a natureza e de sua história, gerando um sentimento de identidade e continuidade e contribuindo para promover à diversidade cultural e a criatividade humana.

Não se discute, portanto, a importância da moqueca para os capixabas, no entanto, a proposta desenvolvida na pesquisa é de justamente pensar outras possibilidades, inclusive mais presentes na realidade do aluno.

Há outras comidas que fazem parte da alimentação cotidiana de muitas crianças, inclusive oferecidas nas escolas, e que não se tornam oportunidades para se contar sobre as heranças dos povos indígenas, portugueses e africanos na gastronomia capixaba.

Como uma proposta para se trabalhar a história da gastronomia na escola,[18] utilizamos o bolo de aipim (mandioca), conhecido de praticamente todos os alunos. Sua composição – mandioca, coco, açúcar, leite, ovos e manteiga – é marcada por uma mistura de influências indígena, portuguesa e africana do período colonial da história do Brasil.

O ingrediente principal do bolo, a saber, a mandioca, "era a base da alimentação indígena."[19] Segundo Dolores Freixas e Guta Chaves[20] os nativos do Brasil eram habilidosos no manejo desse tubérculo. Sabiam diferenciar os dois tipos existentes: a brava e a mansa. Para comer a mandioca brava venenosa eles ainda hoje utilizam a técnica dos tempos da colonização, que consiste em descascar e ralar a raiz até que ela vire uma massa que é espremida pelo tipiti, espécie de cesto cilíndrico de palha, que serve para separar o caldo venenoso da massa, depois torrada para fazer a farinha.

A mandioca mansa ou doce, também chamada de macaxeira, ainda segundo Freixas e Chaves, não precisa de tratamento para ser consumida. E é dela que fazem hoje a mandioca frita ou cozida e diversos pratos, doces e bolos como o de aipim.

O coco, também utilizado na feitura do bolo de aipim, foi uma grande contribuição africana à gastronomia do Brasil. Originário da Índia, o coco foi trazido pelos africanos e é um ingrediente indispensável no preparo de quitutes afro-brasileiros como cuscuz, arroz de coco, mungunzá e canjica.[21]

Em se tratando de doces é importante destacar que foi na casa-grande que se destacou a influência da cozinha portuguesa, com as técnicas culinárias e feituras de doces. Segundo Dolores e Freixas, "as receitas eram das sinhás,

---

[17] IPHAN, 2006, p. 15, 16.

[18] Ao final da pesquisa foi realizado projeto de extensão com professores do ensino fundamental de escolas da rede municipal de ensino e com alunos dos cursos de pedagogia e gastronomia da faculdade Novo Milênio com o intuito de capacitá-los em relação ao tema pesquisado. Além disso, foi feita uma proposta de se trabalhar a história e cultura local utilizando o bolo de aipim.

[19] FREIXAS, Dolores. CHAVES, Guta. **Gastronomia no Brasil e no mundo**. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2013.

[20] FREIXAS; CHAVES, 2013, p. 169.

[21] FREIXAS; CHAVES, 2013, p. 174.

mas as adaptações foram feitas com os ingredientes que havia por aqui, moldados pela mão da escrava africana".[22]

A cana de açúcar foi a primeira atividade econômica dos portugueses no Brasil, introduzida em 1532. Em pouco tempo o Brasil se tornou o maior fornecedor de cana de açúcar nos mercados mundiais.

Também utilizados na feitura do bolo são o leite e ovos, provenientes dos animais de criação trazidos pelos colonizadores lusitanos.

Como visto, é possível trabalharmos história e geografia a partir de hábitos do nosso cotidiano, como a alimentação. Acredita-se que esse recurso torna o aprendizado mais interessante, além de tratarmos das diversidades culturais e das influencias étnicas na formação da identidade do brasileiro e do capixaba.

CONCLUSÃO

O ensino de história e geografia do Espírito Santo fazem parte do currículo do estado. Os PCNs enfatizam a importância da história local para a construção e valorização das culturas regionais. Apesar disso, ainda encontramos um quadro de carência de capacitação dos professores e da consequente abordagem do conteúdo em sala de aula.

Nesse sentido, acreditamos serem necessárias iniciativas por parte do governo, além dos cursos de licenciatura no sentido de investirem na formação de docentes capacitados a trabalharem tais conteúdos, bem como em formações continuadas a fim de que enraizemos nossa identidade e saibamos com mais clareza a respeito de nossa cultura.

A gastronomia se inseriu na presente pesquisa como uma forma de se trabalhar a cultura capixaba pelo viés da culinária nas escolas. Ou seja, como uma alternativa instigante de se tratar temas fundamentais nos dias atuais.

REFERENCIAS

ARÉVALO, Marcia Conceição da Massena. **Lugares de memória ou a prática de preservar o invisível através do concreto**. I Encontro Memorial do Instituto de Ciências humanas e Sociais – Mariana / MG, 2004.

BIARD. Francisco Augusto. **Dois anos no Brasil**. Tradução de Mario Sette. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1945.

_____. **Dois anos no Brasil**. Brasília: Senado Federal, Secretaria Especial de Editoração e Publicação, 2004. Disponível em:< http://www2.senado.gov.br/bdsf/item/id/1082>.

_____. **Viagem à província do Espírito Santo**. Tradução de José Augusto Carvalho. Vitória: Aracruz Celulose/Jonice Tristão, s/d.

FREIXAS, Dolores. CHAVES, Guta. **Gastronomia no Brasil e no mundo**. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2013.

GINZBURG, Carlo. 1991. O nome e o como. Troca desigual e mercado historiográfico. In: C. GINZBURG; E. CASTELNUOVO e C. PONI (orgs.), **A micro-história e outros ensaios**. Rio de Janeiro /Lisboa, Bertrand Brasil /Difel, p.169-178.

INSTITUTO DO PATRIMONIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). **A trajetória da Salvaguarda do Patrimônio Cultural Imaterial no Brasil**: 1936/2006. Brasília: Departamento do Patrimônio Imaterial, 2006.

MERLO, Patrícia Maria Silva. **Em torno da panela**: sabores do Espírito Santo. Vitória: SEBRAE/ES, 2006.

NORA, Pierre. **Entre memória e história**: a problemática dos lugares. Projeto História, São Paulo, n.10, dez. 1993, p.7-28.

RODRIGUES, Márcia Barros Ferreira (Org.). **Exercícios de indiciarismo**. Vitória:Ufes/PPGHis, 2006.

SARNAGLIA, Marcela. **Viajantes, natureza e índios**: a província do Espírito Santo no relato de Auguste François Biard (1858-1859). Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em História da UFES, 2013.

[22] FREIXAS; CHAVES, 2013, p. 177.

O brincar e a criança com autismo: mediação pedagógica pertinente a uma educação para todos

RASSELI Bruna P[1]; MALAFAIA Elizangela P[1]; NUNES Letícia R[1]; ROCHA Wanize A[2]; SIQUEIRA Mônica F[3]

RESUMO

O estudo tem por objetivo compreender o brincar da criança com autismo em contexto regular de ensino e suas implicações para o aprendizado e desenvolvimento infantil. Como objetivos específicos destacam-se: analisar as formas de interação e produção de sentidos entre criança com diagnóstico de autismo e professora e também com outras crianças no cotidiano regular de ensino; construir possibilidades de mediação pedagógica que favoreçam: a aproximação, estabelecimento de vínculos e mediações entre criança com autismo e professora, entre as crianças, crianças e brinquedos. Adotaremos como caminho teórico-metodológico, a pesquisa qualitativa do tipo estudo de caso, tomando como referência a matriz histórico-cultural. Os dados serão coletados por meio da observação participante, diário de campo, videogravação e fotos das aulas, entrevista semiestruturada com os pais e/ou responsáveis. Como resultado do estudo espera-se compreender como ocorre o brincar da criança com autismo no contexto regular de ensino e suas implicações para o aprendizado e desenvolvimento infantil, bem como, essas crianças expressam sua atividade lúdica no cotidiano escolar. Também é relevante compreender como o ato pedagógico intencional pode favorecer a interação da criança com e sem autismo no mesmo espaço-tempo de aprendizado e de como propiciar um ambiente lúdico que acolha e trabalhe com os diferentes recursos de comunicação não verbal, frequentemente observados na relação com essas crianças.
Palavras Chave. Brincar. Autismo. Mediação pedagógica

ABSTRACT

The study aims to understand how children with autism are able to fit in a regular context of educational environment and its implications when it comes to their learning and development. The specific goals are: to analyze the forms of interaction and production between a child who has been diagnosed with autism and a teacher, and also with other children in the regular teaching routine; being able to build educational possibilities that favor: the closeness, being able to establish a connection between children with autism and teachers, among children and toys. We will adopt as a theoretical-methodological path, the qualitative research of the case study, taking as a reference the historical-cultural matrix. The data will be collected through participant observation, field diary, video recording and photos of the classes, semi-structured interview with parents and / or guardians. As a result of the study the outcome is expected to be the understanding of how children with autism are able to adapt themselves into the regular context of teaching, and the implications it occurs when it comes to their learning and development, as well as, how these children express their playful activities in the daily school life. It is also important to understand how the intentional educational act can favor the interaction of children with and without autism in the same learning time-space and how to provide a playful environment that accommodates and works with the different non-verbal communication resources frequently observed related to these children.
Key words. Play. Autism. Educational mediation

INTRODUÇÃO

Pensar o direito à educação dos alunos com autismo nos espaços sociais, principalmente, no cotidiano das escolas, é um verdadeiro desafio à educação brasileira.

Com propriedade Vasques[1] ressalta que o processo de inclusão escolar de alunos com autismo, entre outros sujeitos da Educação Especial. Segundo a Política de Educação Especial numa perspectiva inclusiva (2008) são sujeitos alvos da Educação Especial os alunos com deficiências, transtorno global do desenvolvimento e altas habilidades, situa-se como um dos grandes desafios contemporâneos da educação. Sua afirmação pode ser comprovada por meio dos estudos desenvolvidos por diversos autores[2-23].

Em linhas gerais, a tradição de pesquisas sobre autismo parece envolver metodologias de estudos de casos com alguns poucos participantes. No que diz respeito à área de Educação e ao ensino regular, esse campo carece de pensarmos em possibilidades, em ações concretas que possam contribuir no atendimento das reais necessidades educacionais especiais dos alunos e não mais apontar diagnóstico, sem que a ele esteja atrelada uma ação de intervenção planejada, com o objetivo de transformar a realidade encontrada, pois, do contrário, continuaremos a nos manter com riqueza de discurso e pobreza de práticas pedagógicas[11,12,20,24,25,26].

Posto isso, colocamo-nos no grupo daqueles que partiram para a ação, para o enfrentamento, para o microcosmo da escola, mergulhando em suas práticas cotidianas, em seu contexto, não para observar passivamente os acontecimentos, mas para nos colocarmos dentro, ativamente, em colaboração, na busca de respostas para os problemas que emergiram no decorrer do processo ensino-aprendizagem. Porque, direcionamos nosso olhar ao autismo, umas das formas mais instigantes de ser e que nos coloca em xeque no cotidiano escolar[6].

Frente ao exposto, o presente projeto de pesquisa enfoca o brincar de crianças com autismo e suas implicações para o aprendizado e desenvolvimento no contexto da Educação Infantil, tendo como referência os estudos da matriz histórico-cultural. O papel do ato pedagógico intencional e da atividade lúdica planejada no desenvolvimento infantil já foi apontado por Vigotski[27,28], que identifica na brincadeira um potencial inestimável para a emergência de processos psicológicos de base eminentemente cultural.

Assim diante do interesse de compreender o brincar da criança com autismo em contexto regular de ensino e suas contribuições para o aprendizado e desenvolvimento infantil, pretendemos analisar as formas de interação e produção de sentidos entre criança com diagnóstico de autismo e pesquisadora e também com outras crianças; construir possibilidades de mediação pedagógica que favoreçam: a aproximação, estabelecimento de vínculos e mediações entre criança com autismo e pesquisadoras, entre as crianças, crianças e brinquedos. Assim realizamos um estudo de caso em uma Unidade de Educação Infantil da Prefeitura Municipal de Vila Velha/ES, com os seguintes sujeitos da pesquisa: Gabriel, a criança com autismo (todos os nomes dos alunos são

[1] Acadêmica do Curso de Graduação em Pedagogia da Faculdade Novo Milênio, Vila Velha, ES.
[2]Fisioterapeuta; Mestre em ciências fisiológicas pela Universidade Federal do Espírito Santo- UFES; Especialista em Docência no Ensino superior pela FAESA, Vitória, ES; Professora da Faculdade Novo Milênio e da Universidade Federal do Espírito Santo.
[3] Profª de Educação Física; Mestre em Educação Física pela Universidade Federal do Espírito Santo; Especialista em Infância e Inclusão pela Universidade Federal do Espírito Santo; Professora da Faculdade Novo Milênio e da Prefeitura Municipal de Vitória/ES.
Trabalho desenvolvido no Núcleo de Pesquisa e Extensão da Faculdade Novo Milênio
Data do aceite: 15/05/2017

fictícios, pois há intenção de preservar a identidade dos sujeitos do estudo) e as demais crianças da turma (alunos com faixa etária de 4 anos).

CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

Com o intuito de fomentar a construção de práticas pedagógicas com o brincar para aluno com autismo no ensino regular, optamos como caminho metodológico pela pesquisa qualitativa do tipo estudo de caso[29]. Nesse estudo a preocupação maior foi com o processo, observando como o problema investigado se manifesta nas atividades lúdicas e interações das crianças e adultos, crianças entre si e objetos/brinquedos[30]. Está orientado para a observação, registro e análise da ação de brincar de crianças com e sem autismo no cotidiano, especificamente pátio da escola e sala de leitura. Pois esse tipo de estudo possibilitará a professora pesquisadora e acadêmica de pedagogia o contato direto com a situação investigada em um trabalho de campo. Assim esse tipo de estudo pode contribuir para uma investigação sistemática das situações do cotidiano escolar, pois

> "[...] possibilita uma visão profunda e ao mesmo tempo ampla e integrada de uma unidade complexa [...], permite a descoberta de aspectos novos ou pouco conhecidos do problema estudado"[29].

Participaram desse estudo uma turma da Educação Infantil constituídas por 21 crianças, de ambos os sexos, com idade de 4 anos, sendo 1 com diagnóstico de autismo, de uma Unidade Municipal de Educação Infantil, da prefeitura municipal de Vila Velha/ES. Foram feitos contato com a mãe do aluno com autismo para obtenção de sua anuência e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Para conhecer melhor o aluno com autismo durante os meses de agosto a setembro de 2016, nas segundas e quartas-feiras das 14 às 15 horas a pesquisadora realizou a observação do problema investigado e, registrou através de áudio-gravação, fotos, vídeo-gravação e diário de campo, para assim, pensarmos em práticas que envolvam situações que favoreçam o desenvolvimento da criança com autismo e as crianças no cotidiano escolar.

O processo de intervenção pedagógica ocorreu todas as segundas e quartas-feiras, das 14 às 15 horas, no período de outubro a dezembro de 2016. Para o ato pedagógico, contamos com a participação de uma acadêmica do Curso de Pedagogia, que atuou registrando por meio de filmagens e fotos, as mediações pedagógicas da professora pedagógica entre o brincar e a criança com autismo, entres as crianças e crianças e brinquedos. Nas quintas-feiras e sextas-feiras das 18h às 18h50 aconteceram o grupo de estudo com planejamentos, organização dos recursos didáticos e avaliação do processo ensino aprendizagem, tendo como eixo de discussão: o brincar da criança com autismo e a mediação pedagógica no contexto regular de ensino.

Para compor a base do estudo foram construídas aulas no cotidiano escolar com o brincar no projeto "O mundo dos pingos", que eram mediadas pela professora pesquisadora com a turma de 4 anos da Educação Infantil. Portanto, a professora pesquisadora tornou-se um elemento que interagia com o contexto em que a pesquisa era construída, mediando as interações sociais com o brincar com Gabriel e a turma.

As análises dos dados coletados ocorreram pela reflexão do entrelaçamento do projeto "O mundo mágico dos pingos" com o brincar durante as aulas, procurando pistas do ato educativo que revelassem as possiblidades de interação social do aluno com autismo no contexto regular de ensino. Para tanto, os dados foram analisados a partir de dois temas:

- contribuições da perspectiva histórico-cultural para o aluno com autismo;
- brincar e o sujeito com autismo: uma mediação pertinente a uma educação para todos

Desvelando Gabriel: aluno com autismo

No início da pesquisa Gabriel estava com 4 anos, de cabelos encaracolados, olhos castanhos escuros. Extremamente observador, com uma sensibilidade sensorial significativa, seu olhar e sorriso marcante presenteava seu rosto com uma grande docilidade. Gabriel apresentava dificuldades de equilíbrio, coordenação motora geral e fina, e uma produção excessiva de saliva (principalmente quando estava doente com baixa imunidade e com problemas alérgicos). Fazia contato visual. Procurava deixar que as pessoas fizessem coisas para ele, usando o corpo do outro para chegar ao seu objeto de desejo. Quando irritado andava de um lado para o outro. Sua fala era comprometida. Tinha preferência em brincar sozinho com objetos, principalmente com um carrinho "azul", dirigindo-o em sala de aula.

No resgate da história de desenvolvimento foram observados prejuízos sociais:

> *A mãe relata que na festa de três anos de idade realizada com crianças, decoração, pula-pula, bolo, docinhos, Gabriel ficou a festa inteira correndo com uma garrafa de refrigerante vazia (Áudio gravação 24-08-2016).*

Ao ingressar na educação infantil em fevereiro de 2015, a escola observou algumas características no aluno Gabriel fazendo-as de conhecimento da mãe, tutora legal.

> *É uma criança alegre e bem agitada, participa das atividades sempre com ajuda, pois se dispersa facilmente, tendo comportamentos repetitivos, balançando o corpo ou algum objeto que está em suas mãos. Logo que chegou à escola chorava bastante, mas brevemente superou esta dificuldade, não consegue interagir e fica com o olhar distante (Relatório da escola, 18-11-2015).*

E através de consultas com um neurologista em fevereiro de 2016 a criança Gabriel foi diagnosticado com autismo e seu quadro de saúde é também marcado por alergias e baixa imunidade. De acordo com a anamnese escolar, ao remontar o seu histórico, observa-se muitos atestados que justificam sua ausência por até longos períodos, acreditamos que desta forma o resultado do rendimento escolar ficou comprometido.

Contribuições da perspectiva histórico-cultural para o aluno com autismo

Nessa categoria será realizado um diálogo com vários estudiosos[23,27,[31] que contribuem com a discussão de que não é a condição do autismo que caracteriza a criança como isolada, mas o baixo investimento em situações de interação social em que ela vive.

As concepções em relação ao Transtorno do

Espectro Autista constroem uma imagem do que falta na criança com autismo. Há um predomínio do olhar clínico e uma marca feita pelo diagnóstico na criança com autismo de suas incapacidades, deficiências e principalmente, falta de um investimento do Outro em situações interativas. Isso pode ser observado desde os primeiros estudos sobre o autismo, em 1943, com o Leo Kanner psiquiatra austríaco radicado nos Estados Unidos. Kanner chama a atenção da comunidade científica para uma "síndrome" única, não descrita até aquele momento. Sua publicação científica é uma investigação detalhada sobre o sujeito com autismo, na qual relatou o caso de 11 crianças com um quadro de movimentos automáticos e repetitivos, repertório de interesses restrito, problemas de coordenação motora e de equilíbrio, dificuldade para iniciar movimentos, alterações sensoriais (auditivas, visuais, olfativas, táteis e gustativas), percepção a dor diminuída, alteração de linguagem, diminuição de jogo imaginário, distúrbios de alimentação, obsessividade, estereotipias (repetição de gestos amaneirados, permanência em posições estranhas) e ecolalia (tendência a repetir automaticamente sons ou palavras ouvidas), alheamento extremo (como se não estivessem no mundo), sem responder a nenhum estímulo externo, mantendo-se em um isolamento rígido e peculiar, desde os primeiros anos de vida, podendo estar associado a convulsões e a outras deficiências[32].

Esse círculo vicioso do peso do diagnóstico é reforçado pela Classificação Internacional de Doenças - CID 10, na qual o autismo é entendido como um transtorno invasivo do desenvolvimento, identificado pelo surgimento antes da idade de 3 anos e com a sintomatologia básica de uma tríade referente a problemas na interação social, comunicação e padrão comportamental (restrito e repetitivo [33,[34].

Outro aspecto importante que necessita de um novo olhar é em relação ao brincar da criança com autismo. As diretrizes utilizadas pela Organização Mundial de Saúde[34] destacam como "comprometimento em brincadeiras de faz de conta e jogos sociais de imitação "[...] uma relativa ausência de criatividade e fantasia nos processos de pensamento" (p.247-248).

Essa noção de desvio é descrita, também, pelo CID 10 quando ressalta que o brincar do sujeito com autismo revela-se por:

> *[...] padrões de comportamento, interesses e atividades restritos, repetitivos e estereotipados. Isto toma a forma de uma tendência a impor rigidez e rotina a uma ampla série de aspectos do funcionamento diário; usualmente, isto se aplica tanto a atividades novas como a hábitos familiares e a padrões de brincadeiras*[33].

Vários estudos sobre o brincar dos sujeitos com autismo reiteram à concepção que eles têm dificuldade (em graus muito variados) em interagir com seus pares e fazer amigos; evidenciam restrita criatividade e iniciativa, possuem limitação nas habilidades sociais e, principalmente, dificuldade no desenvolvimento da empatia [35,36]. Ressaltam, ainda, que as crianças com autismo demonstram uma preferência por objetos e não por pessoas. Fato, também, descrito por Soifer[35], de que as brincadeiras dos sujeitos com autismo "são solitárias e consistem geralmente em fazer rodar um carro com as mãos (meninos) ou ter nos braços uma boneca (as meninas) ". No tocante aos objetos, Marcelli[36] ressalta que são eles que provocam o interesse da criança com autismo por poderem ser manipulados por longos períodos. No entanto, reitera que, o uso que fazem do objeto se mostra restrito, tanto pela forma repetitiva da manipulação, ou pela preferência de objetos com determinadas características, como circulares.

A partir desses estudos havia visão científica de quem era o autista. Mas afinal quem era o aluno, a criança com autismo que as autoras iriam interagir, conviver, pensar e construir uma prática pedagógica com o Brincar no cotidiano escolar com os outros alunos?

Nossa inquietação em conhecer a criança, que está além do autismo, encontra respaldo em estudos da área que destacam que em relação às crianças com deficiência a intervenção pedagógica deve deslocar o foco da deficiência, das peculiaridades da criança para as suas potencialidades, orientando-se para a crença na educabilidade dos sujeitos e no investimento em ações que promovam a inserção dessa criança em práticas pedagógicas significativas no meio em que está inserida e, entre elas, destacamos o brincar[23, 27,32].

Posto isso, colocamo-nos no grupo daqueles que partiram para a ação, para o enfrentamento, para o microcosmo da escola, mergulhando em suas práticas cotidianas, em seu contexto, não para observar passivamente os acontecimentos, mas para nos colocarmos dentro, ativamente, em colaboração, na busca de respostas para os problemas que emergiram no decorrer do processo ensino-aprendizagem. E nesse sentido fomos descobrindo a criança com autismo o Gabriel. Como descrevemos nesse episódio do bebedouro:

> *A professora-pesquisadora começa a mediar para que Gabriel beba água sozinho. Quando estavam chegando perto do bebedouro a professora-pesquisadora conversava com Gabriel, e sempre o provocava a tentar abrir a torneira, perguntando como fazia. A professora-pesquisadora fazia o movimento de apertar o bebedouro, mostrando para Gabriel como fazia para pegar a água, depois que explicava e mostrava, tornava a provocá-lo a tentar fazer.*
> *No começo ele não queria, e então para chamar a atenção dele a professora-pesquisadora fazia junto com a sua mão o movimento de apertar, para chamar a atenção dele ao sair a água, depois deixava que ele continuasse repetindo esse movimento até ele tentar colocar a mão no botão do bebedouro sem a sua ajuda (Diário de campo 07-09-2016).*

A postura da pesquisadora quando provoca o aluno a experiência de tentar beber água sozinho no bebedouro, desenvolve uma atitude ativa, de interferência positiva, na relação dela com Gabriel, que potencializa situações de aprendizagem e desenvolvimento que de outro modo não aconteceriam[37-41].

Em relação a criança com autismo observa-se que a grande questão é que ainda não há uma confiança na capacidade de aprender delas e isso leva a um baixo investimento em interações sociais, "em mediações pedagógicas para viver, conhecer, descobrir o encontro com o outro, que possibilita a internalização de outras formas de ser além da condição autista"[23].

Camargo e Bosa[17] relatam que a noção de uma criança não comunicativa, isolada e incapaz de mostrar afeto não corresponde às observações atualmente realizadas. As considerações das autoras foram comprovadas na interação com Gabriel, que foi revelando-se como uma criança observadora, com uma notória sensibilidade sensorial, um olhar e sorriso marcante que presenteava seu rosto com uma grande

docilidade. Assim precisamos de cuidado ao criarmos uma visão anterior da criança sem conhece-la. Bosa[6] afirma que a ausência de respostas das crianças autistas pode ser, muitas vezes, a falta de compreensão do que está sendo exigido dela, ao invés de uma atitude de isolamento e recusa proposital. Torna-se, então, primordial, não criar avaliações precipitadas.

A partir da aposta na educabilidade de Gabriel como a descrita no episódio do bebedouro, ele foi se descobrindo, ousando, se comunicando com o olhar, sempre atento a nossa fala corporal e verbal. Esse descobrir-se como sujeito do ato pedagógico é observado pela mãe quando Gabriel chega em casa falando o que tinha acontecido na aula. Fato evidenciado pela mãe, como podemos observar na transcrição de uma entrevista com ela.

> *Gabriel acha graça quando começa a cantar a música estátua, no refrão ele para e mexe, e quando falo que estátua não se mexe ele começa a rir. Para você ter uma ideia, ontem eu estava na padaria com ele e tinha um monte de crianças brincando, ele foi entrando falando "oi, oi, cheguei boa tarde, cheguei estou aqui! ". Eu fiquei surpresa, pois ele não falava. Agora quando quer alguma coisa que não está conseguindo, ele fala (Áudio gravação: 21-12-2016).*

Esse olhar sensível a criança com autismo e a aposta em sua capacidade de aprender, nos possibilita outros entendimentos de quem é essa criança. E avanços no sentido de julgar que a criança é alheia ao que acontece ao seu redor. Pois o que observamos é a falta de investimento na sua potencialidade de interagir. Nossas considerações encontram respaldo em Lord e Magil citado por Camargo e Bosa[17] que já questionavam até que ponto o retraimento social das crianças com autismo não resultaria da falta de oportunidades oferecidas, mais do que algo inerente à própria síndrome.

Neste contexto, direcionamos nosso olhar para a tensão existente no entendimento dos "desafios e nós que precisam ser desatados para que esses educandos tenham garantido o direito de apropriação dos conhecimentos historicamente constituídos e dos saberes específicos demandados a partir de suas condições de existência"[42].

O sentido pedagógico em que utilizamos o conceito tensão é

> "[...] o utilizado como metáfora para descrever o estado de um educador que deve fazer frente a exigências contraditórias e não pode – o que seria uma inconsequência – abandonar nenhuma" (MEIRIEU, 2005, p. 73).[43]

Nessa linha de pensamento tínhamos que despertar o desejo em Gabriel em interagir, em experimentar os objetos, as pessoas e suas possibilidades de movimentar-se e assim se descobrir. Ao considerá-lo sujeito ativo no ato de alimentar-se, no beber, não podíamos fazer por ele, mas provocá-lo, despertar o desejo em experimentar colocar os lábios perto do bebedouro ao mesmo tempo que pressionava o botão para que a água saísse. Isso oportunizou a vivencia de molhar-se, a descoberta em como deveria pressionar o botão, até que conseguisse saciar sua sede sem se molhar. Tal aposta na sua educabilidade requer ousadia, persistência e principalmente crença no vir-a-ser humano.

Esse entendimento da criança deficiente como protagonista no ato educativo, encontra respaldo em Vigotski[27]. Isso foi revelado, desde de 1930, quando ele defende que não é a deficiência que define o destino de uma criança, mas como a sociedade significa a deficiência.

A partir da intervenção pedagógica, Gabriel ao longo dos meses foi se descobrindo e se revelando. Foi demonstrando áreas fortes, totalmente desconhecidas para nós e a escola. Desde a fase de observação, tivemos o cuidado em registrar (por fotos e filmagens) todos os instantes dele na escola. Ao longo dos meses fomos percebendo que mesmo ele sentado em uma mesa só com a cuidadora, estava atento as todas movimentações, falas e orientações da professora e dos colegas. Observamos que a concepção clínica de dar ênfase as áreas fracas, comprometidas da criança com deficiência eram o alicerce da prática pedagógica com Gabriel. Em linhas gerais suas atividades consistiam em manusear massas de modelar, para trabalhar sua dificuldade de coordenação fina, além de atividades com lápis de cera e papel que objetivam o aprendizado do seu nome. Com ênfase ao processo de alfabetização. Não desmerecemos a importância da alfabetização, mas nos questionávamos se esse processo não seria também oportunizado, principalmente com Gabriel, pelo corpo e movimento, pelo brincar. Diante desse cenário, nos indagávamos em como ele poderia construir interações sociais com sua turma se ele passa a maior parte do tempo com a cuidadora.

Outro ponto muito relevante que observamos é a atenção de Gabriel em todas as falas e movimentos da professora regente. Nesse sentido, é importante destacarmos que a professora regente, era extremamente atenta e cuidadosa com Gabriel. Inclusive ele se sentia muito bem com ela e a turma. Fato que é reforçado pela mãe dele na entrevista:

> *Clemente tratou o Gabriel como se fosse o filho dela, e todo mundo fala, que para o Gabriel na minha ausência, é Deus no céu e Clemente aqui na escola. Então eu até falei com ela que tenho que me preparar psicologicamente para o ano que vem. Ele conquistou ela, ela conquistou ele, ela conhecia cada um que tinha aqui (Áudio gravação: 21-12-2016).*

Mas, ela ainda não sabia como intervir com ele, e com ele e a turma ao mesmo tempo. Essa dificuldade é comum em muitos professores. Bridi, Fortes e Brido Filho (2006)[8] ressaltam que no cotidiano escolar, muitos docentes têm "medo" ou "não sabem" como atuar com esse aluno, por desconhecerem sobre a condição autista e/ou principalmente se defrontarem diariamente com a possibilidade de não obterem respostas diante de uma intervenção pedagógica.

Assim ainda na fase de observação fomos apostando na educabilidade de Gabriel, como observamos no episódio do bebedouro.

Na interação com ele, procuramos potencializar sua área forte a sua atenção nas pessoas e objetos. E aos poucos ele foi se tornando sujeito ativo do processo de aprendizagem e ensino.

Nosso ato pedagógico encontra respaldo em Vigotski[28] quando ele nos provoca para termos um novo olhar acerca das deficiências do aluno. Nessa linha de pensamento, é necessário considerar, além das dificuldades da criança, também seu potencial e assim criarmos novas vias de aprendizagem e desenvolvimento – tendo como cerne dessa prática pedagógica o aspecto cultural.

Rodrigues[44], Vigotski[28], Padilha[45] e Siqueira e

Chicon[23], afirmam que o professor necessita, construir uma intervenção pedagógica partindo das áreas fortes do aluno. Assim oportunizar ao aluno com autismo uma prática pedagógica a partir do que ele sabe e tem afinidade, criar condições para que ele avance nas suas áreas fracas nas quais precisa aprender como principalmente a dificuldade na interação social. Acreditamos que nesse sentido o brincar era uma pista para potencializar as áreas fortes e minimizar as áreas fracas ligadas as interações sociais.

Porém esse Brincar tinha que ser compreendido e construído, como uma atividade lúdica articulada com experiências que potencializassem a capacidade imaginativa da criança em condições concretas de vida dela[46]. Nesse sentido era primordial a organização do cotidiano educacional que possibilitasse a Gabriel o "desenvolvimento da imaginação, da capacidade de criar, experimentar e levantar hipóteses a partir da realidade"[22]. Assim o contexto do brincar como mediação pedagógica para todos os alunos, e também ao aluno com autismo tinha que ser construído como uma atividade pedagógica com sentido e significado ao cotidiano dos alunos.

O brincar e o sujeito com autismo: mediação pertinente a uma educação para todos

As proposições de Lev Semenovitch Vigotski, na perspectiva histórico-cultural sobre o brincar podem apontar possibilidade de caminhos alternativos de aprendizagem e desenvolvimento ao sujeito com deficiência, pois oportunizam mediações pedagógicas que favorecem a interação social e a constituição do vir-a-ser humano.

Nesse sentido a abordagem histórico-cultural apresenta o brincar enaltecendo sua participação primordial na constituição do sujeito, pois " trata-se da esfera de atividade do indivíduo que lhe permite, rompendo os limites do que ele já é, experimentar aquilo que pode ser, não num sentido restrito e direto, mas como sujeito integrado a cultura"[46]. Nessa linha de pensamento o brincar é considerado uma atividade socialmente construída, que possui papel primordial no desenvolvimento infantil, ao proporcionar a entrada da criança no mundo dos bens culturalmente construídos pelo homem[3,29].

Na busca de pistas para uma prática pedagógica com o brincar sentido e significado, recebemos da escola de sua organização curricular do 3º trimestre o projeto "O mundo mágico dos pingos". Observamos que esse projeto tinha como eixo o movimento e que poderíamos desenvolver o Brincar. Pois conforme indicam as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil o currículo precisa articular as experiências e os saberes da criança com o conhecimento produzido pela humanidade historicamente[47]. No art. 9º dessas diretrizes destaca que "[...] as práticas pedagógicas que compõem a proposta curricular da Educação Infantil devem ter como eixos norteadores as interações e a brincadeira" (p. 25).

Nessa linha de pensamento estudamos o projeto da escola intitulado "O mundo mágico dos pingos", construído a partir da obra de Mary França e Eliardo França (2012)[48]. Nessa pesquisa descobrimos que eles são sete Pingos nascidos de uma gota de tinta. Cores essas tiradas do arco-íris e que deram a cada um deles um jeito especial de ser. Cada uma tinha uma forma e personalidade, como por exemplo: o pingo-de-fogo de cor vermelha era o amoroso; pingo-de-ouro de cor laranja era o aventureiro; pingo-de-mar de cor verde era o pesquisador; pingo-de-sol de cor amarela era o alegre; pingo-de-céu de cor azul claro era o músico; pingo-de-flor de cor roxo era o comilão e pingo-de-lua de cor azul escuro era o dorminhoco.

Assim em linhas gerais as aulas da sequência didática eram construídas com o conteúdo brincadeiras, tendo um pingo e suas características. Nossos objetivos nas aulas eram resgatar a história do pingo contada pela professora regente na sala de aula, dando destaque aos valores e atitudes de cada pingo. Vivenciar a ludicidade através da atividade proposta, de forma que, potencializem o imaginário. Oportunizar a experiência de atividades relacionadas aos movimentos internos da criança (com seus sentidos – visão, audição, paladar e tato). Despertar o desejo, resolver uma situação de problema e da expressão corporal (da inventibilidade, espontaneidade, sensibilidade, liberdade corporal e criação, o imaginário). Vivenciar o controle dos movimentos e trabalhar a coordenação. Experimentar diferentes tensões e limites corporais de maneira lúdica. Explorar e descobrir as suas possibilidades corporais através do faz-de-conta. Estimular a atenção e concentração ao explorar o espaço físico da escola, os objetos e pessoas. Por fim estabelecer vínculo com os demais integrantes respeitando suas diferenças e demandas, formando uma única turma. Ao longo das intervenções com o Brincar no projeto "O mundo mágico dos pingos" Gabriel passou a interagir nas atividades e experimentar interações sociais com os colegas.

Estes saltos qualitativos eram perceptíveis, como podemos observar no relato da aula do Pingo de Céu. Nessa brincadeira Gabriel evidência uma capacidade de atenção e planejamento de suas ações que revelam um potencial desconhecido para todos. Pois procura a garrafa sensorial (de tamanhos, cores e objetos variados) escondidas no refeitório, com movimentos de abaixar e levantar, olhando ao redor em busca do objeto de desejo e ao encontrar demonstra grande satisfação com muitos sorrisos.

> *Em outro momento dessa brincadeira com o Pingo de Céu com a turma sentada para trocar as garrafas um com o outro passando de um para o outro, observamos Gabriel nitidamente selecionando a garrafa que gostava e brincava com a que ele queria. Em outro momento já com a música "estatua", Gabriel pula muito, dançando e sempre que é a hora de parar, ele vira estátua por certo tempo. A música lhe traz muita alegria e quando a pesquisadora desliga ele vai até a caixa de som e tenta ligar novamente, apertando o botão correto, fruto de sua observação no outro dia. Após a aula, já em sala, faz manifestações com a linguagem verbal em clara referência à garrafa sensorial que está em suas mãos, comentando também sobre os amigos (Intervenção, 24-11-2016).*

Bomtempo[49] e Góes[3] chamam a atenção para o fato da criança ao brincar refinar o manejo do plano interpessoal, na interação com os demais, internalizando significações relativas à cultura, que refletem as ações e relações humanas vivenciadas em seu grupo social.

> *No brinquedo, a criança sempre se comporta além do comportamento habitual de sua idade, além de seu comportamento diário; no brinquedo é como se ela fosse maior do que é na realidade. Como no foco de uma lente de aumento, o brinquedo contém todas as tendências do desenvolvimento, sob forma condensada, sendo ele mesmo uma grande fonte de desenvolvimento*[51].

Isto é revelado quando uma criança brinca (re) produzindo as situações do cotidiano, com falas, comportamentos, modos de agir, crenças, valores e formas de relaciona-se do seu grupo social (GÓES; LEITE, 2003).[50] Nesse sentido o brincar tem singular relação com o desenvolvimento da cognição. Pois ao brincar criança elabora e internaliza os modos culturais, quando experimenta transições de significados, abstrações, generalizações, que permitem a ela se desprender do campo perceptual imediato, da esfera visual e, das ações guiadas pelos objetos, levando-a a agir cognitivamente (VYGOTSKY, 2007[29]; GÓES, 2000b)[3]. Esses avanços eram percebidos pela mãe em casa, como podemos observar pela sua fala:

> *Eu tenho DVD de música lá em casa, só que ele não liga, não é tudo que chama a atenção dele, como era novidade, ele brincou. Em compensação, ele chegou a casa e falou mãe: "Passo pra frente, outro para trás [...], agora não pode se mexer" (Áudio gravação: 21-12-2016).*
>
> *Há ele deixou pintar o rosto? Ele tem gastura disso, toda festa que tem esse negócio de pintar o rosto ele não deixa pintar de jeito nenhum (Áudio gravação: 21-12-2016).*

Nessa linha de raciocínio a mediação implica a participação do outro no desenvolvimento do sujeito, o que propicia formas de significar o mundo e agir nele. Assim

> *As relações entre os sujeitos não se dão de forma direta, mas antes mediada por objetos, instrumentos e pela palavra. Estas formas de mediação são utilizadas não só com objetivos de comunicação, de contato, como com objetivos de regular o comportamento, em sentido duplo, do outro em direção à criança e da criança em relação ao outro. As formas de mediação social, de intervenção de outros sujeitos, com os quais a criança se relaciona desde o início da vida, possibilitam a interação desta mesma criança com os objetos de sua cultura, com as pessoas e, gradativamente, suas operações num plano interpessoal*[46].

Mesmo a criança com autismo apresentando características de retraimento e dificuldades de interação com seus pares, como estudos de Leo Kanner e de outros autores[35,36] evidenciam, não devemos e/ou podemos privá-las das interação com os outros, porque o baixo nível de interações das crianças com autismo com o outro, parece viável afirmar, não se refere somente aos aspectos do autismo, mas também ao fato de que é vítima do baixo investimento em sua vida de possibilidades de experimentar interações sociais[27]. Góes[4] destaca que Vigostski, em seus estudos sobre as crianças deficientes, faz um alerta para a necessidade se educar a criança e não a criança deficiente. Portanto, nosso entendimento deve ser sobre as possibilidades do aluno, sobre aquilo que muitas vezes nem ele mesmo tem consciência de que possui. Geralmente há uma preocupação em traçar metas para a deficiência da criança e não para a criança. É necessário entendermos que o aluno com autismo é, antes de tudo, um ser humano, uma pessoa em formação, com desejos, medos, dúvidas, angústias etc. e é através da interação social, também, com os colegas e professor, que irá formar-se como pessoa para além do autismo[23].

Padilha[45] também chama a nossa atenção para o fato de a proposta da perspectiva histórico-cultural do desenvolvimento apontar possibilidades de inverter nosso olhar, pois, para Vigotski, as funções psíquicas surgidas na interação com as pessoas do meio em que o aluno está inserido é a esfera que permite a atenuação das consequências da deficiência e apresenta maiores possibilidades de influências educativas. Essa autora destaca, ainda, que

> *O movimento de produzir significado supõe a ação do outro, acontece como outro e então é possível produzir sentido com o gesto, com o silêncio, com a expressão facial, com a prosódia acompanhando a oralidade, com a lembrança do passado incorporada ao presente. É possível fazer previsões de ação – organização do tempo e do espaço que estão postos na cultura. Pensar sobre si, para si e para o outro, dizer as coisas de um certo modo – é a linguagem organizando, comunicando, nomeando, regulando a ação e o pensamento*[45].

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Urge ressignificarmos outras práticas pedagógicas não valorizadas no contexto escolar, como o brincar com os alunos com autismo. Avançamos mais nessa reflexão, afirmando que tal intervenção pedagógica tão menosprezada na escola é necessária não só para os alunos com autismo, mas para todos os alunos.

Quando pensamos em uma criança com autismo, que já possui como característica uma singular forma de interação social, linguagem e com um repertório marcadamente restrito de atividades e interesses, percebemos que o grande entrave ou desafio a ser superado é tirar essa criança do isolamento imposto pelo meio social. Quando nos permitirmos romper com o medo do novo do que não está certinho, daquilo que foge do padrão, que nos impõem rever nossos valores, nossas crenças, acabamos nos refazendo de novo, nesse encontro com o Outro (o Diferente). Nesse contexto, mais ricas e intensas serão as experiências nas salas de aula[20].

Para Vigotski[28,51] o homem necessita do outro para desenvolver-se e, assim, constituir-se ser social por meio da interação com o meio social em que está inserido. Entre vários pontos relevantes da obra do referido autor, entendemos que o destino de uma pessoa não está decidido pela existência de uma deficiência, mas pelas interpretações que a sociedade faz a respeito da deficiência.

> *Para que possamos mediar as possibilidades de aprendizagem dos alunos com autismo e de toda a escola, é primordial que educadores estejam atentos aos alunos e a si mesmos, às suas potencialidades, que se configuram na relação entre as plasticidades do funcionamento humano e as ações do grupo social. É primordial a apropriação de práticas pedagógicas voltadas à diversidade*[23].

Concordamos com Orrú[24] que nenhum ser humano deve ser privado de se relacionar com outras pessoas. E reforçamos sua fala que o ambiente em que as relações sociais são privilegiadas é o melhor e o mais adequado, porque a abordagem histórico-cultural está fundamentada na participação do outro na constituição do sujeito em sua relação com o mundo por meio da ação mediadora. Nesse sentido percebe-se, a fundamental importância do "outro" em relação à educação de crianças com autismo. Nessa linha de pensamento, a autora supra-citada

ressalta que a criança com autismo terá acesso à cultura historicamente produzida por meio do contato com o outro e uma orientação pedagógica que seja adequada, organizada e que atenda à singularidade de cada criança.

Por fim quando o ato pedagógico é construído no relacionar-se com a criança com autismo, temos a possibilidade de desvelar as potencialidades de um ser humano que está além da sua condição autista. Não negamos que a criança com autismo segui um percurso muito singular de aprendizagem e desenvolvimento, mas aprendemos com esse estudo que o Brincar é uma mediação pertinente a sua aprendizagem também. Por isso temos que criar os arranjos necessários à sua condição, no sentido de ajudar nesse percurso de aprendizagem, pois, como afirma Vigotski[51]

> *É verdade que o menino cego e o surdo desde o ponto de vista da pedagogia pode, em princípio, ser igualado ao menino normal, mas ele alcança tudo o que alcança o menino normal por outra via, de outra maneira, por outros meios. Para o pedagogo resulta muito importante conhecer precisamente essa peculiaridade da via pela qual é necessário conduzir esse menino (tradução nossa).*

Por tanto, aprendemos com Gabriel, ao nos relacionarmos com ele, que é possível e necessário oportunizar um avanço em suas interações sociais, e de todas as outras crianças, com o Brincar no cotidiano escolar.

REFERÊNCIAS

1. VASQUES CK. **Alice na biblioteca mágica**: uma leitura sobre o diagnóstico e a escolarização de crianças com autismo e psicose infantil. 2008. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
2. GÓES MCRA. A Abordagem microgenética na matriz histórico-cultural: uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade. **Caderno Cedes**, Campinas, v. 20, n. 50, p. 9-25, 2000a.
3. GÓES MCRA. O jogo imaginário na infância: a linguagem e a criação de personagens. In: **REUNIÃO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO**, 23, 2000, Caxambu. Anais eletrônicos... Caxambu: ANPED, 2000b. Disponível em: http://www.anped.org.br/23/textos/0713t.PDF. Acesso em: 7 abril. 2016.
4. GÓES MCRA. Relações entre desenvolvimento humano, deficiência e educação: contribuições da abordagem histórico-cultural. In: OLIVEIRA, Marta. K. de; SOUZA, Denise Trento. R.; REGO, Teresa. C. (Org.). **Psicologia, educação e as temáticas da vida contemporânea.** São Paulo: Moderna, 2002.
5. BAPTISTA CR; OLIVEIRA AC. Lobos e médicos: primórdios na educação dos “diferentes”. In: BAPTISTA CR; BOSA C (Org.). **Autismo e educação**: reflexão e propostas de intervenção. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 93 -109
6. BOSA, C. Autismo: atuais Interpretações para antigas observações. Em C. R. Baptista & C. Bosa (Orgs.). **Autismo e Educação**: Reflexões e Propostas de Intervenção (pp. 21-39).Porto Alegre: Artmed, 2002.
7. BAGAROLLO MF. **A Ressignificação do Brincar das Crianças Autistas.** Dissertação de Mestrado, Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, Piracicaba: São Paulo, 2005.
8. BRIDI FRS; FORTES CC; BRIDI FILHO CA. Educação e Autismo: as sutilezas e as possibilidades do processo inclusivo. In: ROTH BW (Org.). **Experiências educacionais inclusivas**: programa educação inclusiva – direto à diversidade. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2006.
9. PINTO GU.; GÓES MCR. Deficiência mental, imaginação e mediação social: um estudo sobre o brincar. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Marília, v. 12, n. 1, p. 11-28, 2006.
10. CARNEIRO MSC. A deficiência mental como produção social: de Itard à abordagem históricocultural. In: BAPTISTA CR. (Org.). **Inclusão e escolarização**. Porto Alegre: Mediação, 2006. p. 137-52.
11. ORRÚ SE. **Autismo, linguagem e educação**: interação social no cotidiano escolar. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2007.
12. ORRÚ SE. Os estudos da análise do comportamento e a abordagem histórico-cultural no trabalho educacional com autistas. **Revista Iberoamericana de Educação**, 2008.
13. ORRÚ SE. Contribuições da abordagem histórico-cultural na educação de alunos autistas. **Humanidades Médicas**, 2010.
14. VASQUES C. Uma leitura em diagonal: as relações entre o diagnóstico e a inclusão escolar de sujeitos com autismo e psicose infantil. **Contrapontos**, vol. 9, n. 1, p. 30-42, jan./abr., 2009.
15. SÁ MGCS. **Cartografando processos inclusivos na educação infantil em busca de movimentos instituintes**. 2008. 215 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2008.
16. SÁ MGCS. Autopercepção de alunos/as com necessidades especiais no cotidiano das aulas de educação física escolar: tecendo redes pelas malhas das experiências instituintes. In: CHICON JF; RODRIGUES GM. **Educação física e os desafios da inclusão**.Vitória: Edufes, 2010.
17. CAMARGO SPH; BOSA CA. Competência social, inclusão escolar e autismo: revisão crítica da literatura. **Psicologia e Sociedade**, Porto Alegre, v. 21, n.1, p. 65-74, 2009.
18. CRUZ TSUR da. **Acompanhamento da experiência escolar de adolescentes autistas no ensino regular**. 2009 Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Ciências Humanas. Universidade Metodista de Piracicaba (Unimep), Campinas, 2009.
19. SURIAN L. **Autismo**: informações essenciais para familiares, educadores e profissionais de saúde. São Paulo: Paulinas, 2010.
20. SIQUEIRA MF. **Educação física, autismo e inclusão: ressignificando a prática pedagógica**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação Física pela Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.
21. SILVA AB; GAIATO MB; REVELES LT. **Mundo Singular**: entenda o autismo. Rio de Janeiro: Objetivo, 2012.

22. CHIOTE FAB. A mediação pedagógica no desenvolvimento do brincar da criança com autismo na educação infantil. In: REUNIÃO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 35, 2012, Porto de Galinhas, PE. **Anais eletrônicos**... Porto de Galinhas: ANPED, 2012. Disponível em: http://35reuniao.anped.org.br/trabalhos/121-gt15. Acesso em: 04 abri. 2016
23. SIQUEIRA MF; CHICON JF. **Educação Física, autismo e inclusão:** ressignificando a prática pedagógica. Várzea Paulista, SP: Fontoura, 2016.
24. ORRÚ, Sílvia Ester., Sílvia Ester. **Autismo, linguagem e educação**: interação social no cotidiano escolar. 2. ed. Rio de Janeiro: Wak, 2009.
25. BRAGIN JMB. **Práticas Pedagógicas com alunos autistas na Escola Especial**. Dissertação de Mestrado, Universidade Metodista de Piracicaba-UNIMEP, Piracicaba: São Paulo, 2011.
26. MATTOS, Lucian. K; NUEMBERG, A. H.. Reflexões sobre a inclusão escolar de uma criança com diagnóstico de autismo na educação infantil. **Revista Educação Especial**, 2011.
27. VIGOTSKI LS Lev Semenovich. **Obras escogidas V**: fundamentos da defectologia. 5. ed. Madri: Visor, 1997.
28. VIGOTSKI LS. Lev Semenovich. **A Formação social da mente**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
29. ANDRÈ MEDA. **Estudo de caso em pesquisa e avaliação educacional.** Brasília: Líber Livro, 2005.
30. LÜDKE M; ANDRÉ MEDA. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.
31. MARTINS ADF. **Crianças autistas em situação de brincadeira:** apontamentos para as práticas educativas. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Metodista de Piracicaba, Programa de Pós-Graduação em Educação, Piracicaba-SP, 2009.
32. KANNER L. Os distúrbios autísticos de contato afetivo. In: ROCHA PS *et a*l. **Autismos**. São Paulo: Escuta, 1997. Centro de Pesquisa em Psicanálise e linguagem.
33. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Classificação de Transtornos Mentais e do Comportamento da CID – 10**: Descrições Clínicas e Diretrizes Diagnósticas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.
34. SCHWARTZMAN JS; ARAÚJO CA (Orgs.). **Transtornos do espectro do autismo**. São Paulo: Memnon, 2011.
35. SOIFER R. **Psiquiatria Infantil Operativa.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1984.
36. MARCELLI D. **Manual de Psicopatologia da Infância e da Adolescência de Ajuriaguerra**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
37. VIGOTSKI LS , Lev Semenovich. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.
38. OLIVEIRA MK. **Vygotsky**: aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico. 2. ed. São Paulo: Scipione, 1993.
39. VICTOR SL. **Aspectos presentes na brincadeira de faz-de-conta da criança com síndrome de Down**. 2000. 133 f. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (Feusp), São Paulo, 2000.
40. CHICON JF. **Jogo**, **mediação pedagógica e inclusão**: a práxis pedagógica. Vitória, ES: Edufes, 2004.
41. CHICON JF. **Inclusão na educação física escolar**: construindo caminhos. 2005. 484 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Educação, da Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
42. JESUS DM; VIEIRA AB; EFFGEN APS **Tensões entre conhecimento comuns e específicos no processo de escolarização de alunos com deficiência no contexto da inclusão escolar**. Revista Linhas. Florianópolis, v. 16, n. 31, p. 04 – 07, maio/ago. 2015.
43. MEIRIEU, P. **O cotidiano da escola e da sala de aula:** o fazer e o compreender. Porto Alegre: Artmed. 2005.
44. RODRIGUES D. **Avaliação e planejamento da intervenção pedagógica em pessoas portadoras de necessidades educativas especiais**. Vitória: Ufes, Centro Pedagógico, Laboratório de Aprendizagem, 1993. Videocassete (120min). Palestra proferida no II Fórum Capixaba de Estudos em Educação Especial, Vitória, 29.07.1993.
45. PADILHA AML. Práticas educativas: perspectivas que se abrem para a educação especial. **Educação & Sociedade**, Campinas/SP, ano XXI, v. 21, n. 71, p. 192 -220, jul. 2000.
46. ROCHA MSPML. **Não brinco mais**: a (des)construção do brincar no cotidiano educacional. Ijuí: UNIJUÍ, 2005.
47. CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (Brasil). Ministério da Educação. Câmara de Educação Básica. Resolução – CNE/CEB nº 5/2009. Fixa as diretrizes curriculares nacionais para educação infantil. **Diário Oficial da União**. Brasília, 18 dez. 2009.
48. FRANÇA M; FRANÇA E. **A história dos pingos**. 4.ed. São Paulo: Global, 2012.
49. BOMTEMPO E. A brincadeira de faz-de-conta: lugar do simbolismo, da representação, do imaginário. In: KISHIMOTO TM (Org.). **Jogo, brinquedo, brincadeira e educação**. São Paulo: Cortez, 1996. p. 57-72.
50. GÓES, M.C.R; LEITE, A. I. P. Cognição e imaginação: a elaboração do real pela criança e as práticas de educação infantil. In: ENCONTRO INTERNACIONAL LINGUAGEM, CULTURA E COGNIÇÃO, 2., 2003, Belo Horizonte. **Anais**... Belo Horizonte: UFMG, 2003.
51. VIGOTSKI LS. **Obras escogidas III**: historia del desarrolho de las funciones psíquicas superiores. Madri: Visor, 1983.

A ação negatória de paternidade e a desconstituição do registro de nascimento nos casos de reconhecimento espontâneo de vínculo de paternidade

BROCCO Carolina R[1];BATISTA Caroline R[2]

RESUMO

A Constituição Federal de 1988, acompanhando o comportamento da sociedade, modificou o conceito legal de família no Brasil e admitiu a criação de vínculos jurídicos pautados na socioafetividade. Desse modo, ainda quando não há vínculos consanguíneos, é possível a configuração de paternidade socioafetiva, que goza da mesma proteção conferida à paternidade biológica. Como regra, a paternidade deve ser formalizada com o registro de nascimento, onde é lançado o nome do pai. Ocorre que, em alguns casos, uma pessoa pode vir a declarar-se pai de outrem, registrando em cartório, mesmo ciente de que não o é em termos biológicos. Passado algum tempo, esse pai pode vir a se arrepender e desejar desconstituir o vínculo formado. O presente trabalho se propõe analisar a viabilidade de desconstituição do registro de nascimento. Essa situação pode ser suscitada apenas nos casos de paternidade baseada nas relações de afeto, e não nos casos de paternidade biológica. Para tanto, serão analisadas decisões judiciais, para responder ao questionamento quanto à viabilidade da desconstituição do registro civil de nascimento.
Palavras-chave: registro civil, paternidade socioafetiva, desconstituição de vínculo jurídico de paternidade.

ABSTRACT

The Federal Constitution of 1988, following the behavior of society, modified the legal concept of family in Brazil and admitted the creation of legal links based on socio-activity. Thus, even when there are no consanguineous links, it is possible to configure socio-affective paternity, which enjoys the same protection conferred on biological parenthood. As a rule, paternity must be formalized with the birth record, where the name of the father is issued. It happens that in some cases, a person may turn out to be the father of another, registering in a notary's office, even though he or she is not aware of it in biological terms. After some time, this father may come to repent and wish to deconstitute the bond formed. The present work intends to analyze the viability of deconstitution of the birth registration. This situation can be raised only in cases of paternity based on affective relations, and not in cases of biological paternity. In order to do so, judicial decisions will be analyzed to answer the question as to the viability of the deconstitution of the birth registration.
Key words: civil registry, socio-affective paternity, deinstitution of legal paternity bond

INTRODUÇÃO

Os registros públicos já estão na tradição legal brasileira há muitos anos e conferem maior segurança às relações jurídicas, eis que, uma vez formulados, as informações que dele constam passam a ser do conhecimento de toda a sociedade. O mesmo ocorre com o registro de nascimento que cria uma presunção relativa de veracidade quanto aos dados ali transcritos.

A Lei de Registros Públicos – LRP (Lei nº 6.015/1973) estabelece os requisitos para a concretização dos atos notariais e fixa que o pai ou a mãe devem são obrigados a fazer a declaração de nascimento do filho (art. 53 da lei em questão). Desse modo, aquele que espontaneamente declara estado de filiação gera uma presunção (relativa) de paternidade do registrando.

Não obstante isso, o que se verifica é que, muitas vezes, aquele que se declara pai e registra filho como sendo seu; na verdade não o é em termos biológicos. Isso pode ocorrer em algumas hipóteses, quais sejam, **(i)** no caso de adoção regular; **(ii)** em caso de adoção à brasileira e **(iii)** no caso de vício de consentimento.

A primeira hipótese é legalmente reconhecida e não gera maiores questionamentos, na medida em que desde o início o pai sabe que não possui vínculos biológicos com a criança, mas estabeleceu uma relação jurídica incindível, já que o ordenamento pátrio confere, atualmente,idêntica proteção aos filhos biológicos ou não. Ademais, nos termos do art. 96 da LRP, concretizada a adoção, o registro original do adotado deve ser cancelado.

Situações mais complexas se evidenciam nas outras duas hipóteses acima anunciadas. Isso porque, na adoção à brasileira o pai sabe no possuir vínculo biológico com o registrando, mas, mesmo assim, opta por espontaneamente registrá-lo como seu, desrespeitando o estabelecido em lei. Note-se que, neste caso, não há um procedimento prévio e legal de adoção e sim um compromisso informal entre a mãe e o pai que pretende "adotar".

Problema surge quando esse pai registral desiste do vínculo que se formou, muitas vezes por não mais possuir relação afetiva com a mãe da criança. O questionamento que se impõe é se é admissível a desconstituição do registro e a negativa da paternidade, objeto deste trabalho.

Ademais, o trabalho se propõe a analisar a mesma pergunta sob o enfoque do registro com vício de consentimento. Neste caso, o pai registrou o filho por achar que era seu, induzido a erro pelas informações prestadas pela mãe.

Essa terceira situação difere-se da adoção à brasileira, na medida em que nesta o pai tem consciência de que o filho não é seu, enquanto naquela o pai acredita que o filho é fruto de sua relação com a mãe.

Destarte, o objetivo do presente trabalho é analisar a possibilidade de desconstituição do vínculo e do registro em ambos os casos. Para tanto, analisaremos brevemente o procedimento de registro civil de nascimento para, em seguida, perquirir a possibilidade de sua desconstituição em caso de adoção à brasileira e também no caso de vício de vontade.

Paternidade no direito brasileiro

O conceito de paternidade passou por grande evolução ao longo dos anos. Inicialmente, o conceito de família era muito limitado nas legislações anteriores, eis que o Código Civil de 1916, imbuído nos valores de uma sociedade patriarcal e classista, conferia direitos apenas às relações familiares decorrentes do casamento; e estabelecia diferenças entre os filhos havidos na constância da relação matrimonial e aqueles chamados "bastardos", frutos de relação extraconjugal.

Com o avanço da sociedade, a legislação foi paulatinamente sendo modificada para admitir as novas conformações familiares. Com a inauguração de uma

nova ordem constitucional, marcada pela Constituição Federal de 1988, foram consagrados os avanços anunciados, como se verifica no artigo 226, in verbis:

> Art. 226. A família, base da sociedade, tem especial proteção do Estado.
> § 1º O casamento é civil e gratuita a celebração.
> § 2º O casamento religioso tem efeito civil, nos termos da lei.
> § 3º Para efeito da proteção do Estado, é reconhecida a união estável entre o homem e a mulher como entidade familiar, devendo a lei facilitar sua conversão em casamento.
> § 4º Entende-se, também, como entidade familiar a comunidade formada por qualquer dos pais e seus descendentes.
> § 5º Os direitos e deveres referentes à sociedade conjugal são exercidos igualmente pelo homem e pela mulher.
> § 6º O casamento civil pode ser dissolvido pelo divórcio.
> § 7º Fundado nos princípios da dignidade da pessoa humana e da paternidade responsável, o planejamento familiar é livre decisão do casal, competindo ao Estado propiciar recursos educacionais e científicos para o exercício desse direito, vedada qualquer forma coercitiva por parte de instituições oficiais ou privadas.
> § 8º - O Estado assegurará a assistência à família na pessoa de cada um dos que a integram, criando mecanismos para coibir a violência no âmbito de suas relações." (Constituição Federal de 1988) (grifos nossos)

Assim, a Constituição Federal vigente garante direitos iguais entre os filhos, independente da origem do vínculo. Com isso, além da paternidade biológica, amplamente reconhecida e protegida, passou-se a admitir a paternidade socioafetiva.

Importante destacar que a verificação da existência de vínculos biológicos hoje é muito fácil, por meio dos exames de DNA. Não obstante isso, mais do que a análise estrita de fatores genéticos, o Direito de Família busca proteger os vínculos afetivos. Neste sentido seguem as lições de Maria Berenice Dias:

> Nunca foi tão fácil descobrir a verdade biológica, mas essa verdade tem pouca valia frente à verdade afetiva. Tanto assim que se estabeleceu a diferença entre pai e genitor. Pai é o que cria, o que dá amor, e genitor é somente o que gera. Se durante muito tempo por presunção legal ou por falta de conhecimentos científicos confundiam-se essas duas figuras, hoje possível é identificá-las em pessoas distintas[1].

Destarte, reconhecer mesma força jurídica à paternidade biológica e à socioafetiva vem ao encontro de princípios importantes, a exemplo do princípio do melhor interesse da criança, norte do Estatuto da Criança e do Adolescente. A doutrina propõe, então, a cisão dos conceitos de "genitor" e "pai". É essa a noção estampada no Enunciado 108 da Jornada de Direito Civil:

> Enunciado 108 – Art. 1.603: no fato jurídico do nascimento, mencionado no art. 1.603, compreende-se, à luz do disposto no art. 1.593, a filiação consangüínea e também asócio-afetiva.

A socioafetividade desponta, então, no cenário jurídico brasileiro, servindo como norte, para além da relação biológica de parentesco. Para Paulo Lôbo[2], "as relações familiares e de parentesco são socioafetivas, porque congrega o fato social (socio) e a incidência do princípio normativo (afetividade) ". E isso justamente porque "a complexidade da vida familiar é insuscetível de ser apreendida em um exame laboratorial". E, assim, "pai, com todas as dimensões culturais, afetivas e jurídicas que o envolve, não se confunde com genitor biológico; é mais que este"[3].

Com isso, o vínculo de paternidade não decorre apenas da origem biológica, mas também da socioafetividade que se forma nos núcleos familiares. Por conta disso, a tentativa de desconstituição de registro de nascimento não passa pela mera realização de exame laboratorial de DNA. É o que esclarecem Cristiano Chaves e Nelson Rosenvald[4]

> Cumpre, ainda, registrar que no âmbito da ação negatória de paternidade/maternidade a prova pericial em DNA não pode ser tolerada como absoluta ou autossuficiente. Em verdade, não se pode admitir que a simples comprovação da inexistência de vínculo biológico seja suficiente para quebrar o vínculo paterno-filial. Com efeito, mesmo evidenciada a falta de elo genético, é possível que se evidencie a existência de um liame socioafetivo, trazendo como conseqüência natural e impositiva a improcedência do pedido negatório de paternidade

Percebe-se, então, que a paternidade não mais decore de critério exclusivamente biológico, mas também da socioafetividade. De todo modo, a formalização do vínculo da paternidade se dá com o registro civil de nascimento, que é obrigatório e do qual passaremos a tratar a seguir.

- Do registro civil de nascimento

O direito ao registro de nascimento é tão relevante que a Constituição Federal estabeleceu sua gratuidade para os reconhecidamente pobres no artigo 5º, LXXVI, no rol de direitos fundamentais. Isso porque a certidão de nascimento é o primeiro documento que uma pessoa possui e atesta o seu nascimento com vida, que é o marco legal para a aquisição da personalidade jurídica, nos termos do artigo 2º do Código Civil.

Assim, os registros civis possuem uma função social inegável, eis que constituem importante etapa na concretização de efeitos jurídicos relacionados à cidadania. Servem como prova de todas as declarações nele carreadas e, especialmente no que tange ao estado de filiação, gera efeitos inclusive patrimoniais, tais como o direito hereditário. Ademais, há um dever de registro, nos termos do art. 9º, I do Código Civil.

Desse modo, ocorrendo nascimento de pessoa viva, é imperiosa a realização do registro, para que se alcancem os fins especificados pelo art. 1º da Lei 8.935 de 1994, quais sejam, publicidade, autenticidade, segurança e eficácia, conceitos que foram explicados por Walter Ceneviva[5]:

> Autenticidade é a qualidade do que é confirmado por ato de autoridade: de coisa, documento ou declaração

[1] DIAS, Maria Berenice. **Manual de Direito das Famílias**. 4 ed. São Paulo: Revista dos tribunais, 2008. p.331.

[2] LÔBO, Paulo. **Direito Civil: famílias.** 4ed. São Paulo: Saraiva, 2011. P. 29.

[3] Idem. P. 30.

[4] FARIAS, Cristiano Chaves de; ROSENVALD, Nelson. **Curso de Direito Civil.** Vol. 6. 6ª Salvador: Ed. JusPodvim, 2014. P. 610.

[5] CENEVIVA, Walter. **Lei dos Registros Públicos Comentada.** 18ed. São Paulo: Saraiva, 2008. P.5.

> verdadeiros. O registro cria presunção relativa de verdade. (...)
> A segurança, como libertação do risco, é, em parte, atingida pelos registros públicos. Aperfeiçoando-se seus sistemas de controle e sendo obrigatórias s remissões recíprocas, tendem a constituir malha firme e completa de informações.
> Eficácia é a aptidão de produzir efeitos jurídicos, calcada na segurança dos assentos, na autenticidade dos negócios e declarações para eles transpostos. O registro, propiciando publicidade em relação a todos os terceiros, no sentido mais amplo, produz o efeito de afirmar a boa-fé dos que praticam atos jurídicos baseados na presunção de certeza daqueles assentamentos.

Percebe-se, portanto, que a um só tempo a legislação atribui o direito fundamental ao registro de nascimento e organiza verdadeiro sistema registral, dotando-o de finalidades de autenticidade, segurança, eficácia e publicidade. Com isso, ainda com base nas lições de Walter Ceneviva[6], o registro público produz efeitos constitutivos, comprobatórios e publicitários. O registro civil de pessoas naturais constitui o direito e também "prova a existência e a veracidade do ato ou fato ao qual se reporta".

Com isso, ocorrendo nascimento com vida, o art. 52 da LRP estabelece um rol de legitimados subsidiários que têm o dever de prestar declaração de nascimento. O primeiro legitimado era o pai e, somente caso este não cumprisse o dever legal, a mãe poderia fazê-lo. Todavia, a recente Lei 13.112 de 2015 modificou a redação do art. 52, LRP, passando a definir como primeiros legitimados "o pai ou a mãe, isoladamente ou em conjunto, observado o disposto no § 2º do art. 54".

No ato de registro, o legitimado deve apresentar uma série de documentos e, entre eles, a Declaração de Nascido Vivo (DNV), regulamentada pela Lei 12.662 de 2012. Esse documento, que em regra é emitido pelo hospital onde nasceu a criança, tem validade provisória, até que o registro seja efetuado. Para realizar o registro, os legitimados possuem prazo de 15 dias, prorrogáveis por até três meses, nos termos do art. 50 da LRP.

Caso o próprio pai compareça para a realização do registro, seu nome será incluído no campo destinado a tal informação. Por outro lado, caso a mãe se dirija ao cartório sozinha, o nome do pai só será exarado no assento de nascimento nas restritas hipóteses do artigo 59 da LRP, *in verbis:*

> Art. 59. Quando se tratar de filho ilegítimo, não será declarado o nome do pai sem que este expressamente o autorize e compareça, por si ou por procurador especial, para, reconhecendo-o, assinar, ou não sabendo ou não podendo mandar assinar a seu rogo o respectivo assento com duas testemunhas.

Desse modo, o campo do assento de registro destinado ao nome do pai só será preenchido mediante vontade do mesmo, ou após decisão judicial proferida em ação de reconhecimento de paternidade. Aliás, já é usual em nossa sistemática jurídica o manejo de referida ação, justamente para obter a inclusão do estado de filiação paterno, reconhecendo-se todos os direitos correlatos.

Após breve análise sobre o procedimento de registro, que é definido pelos artigos 50 a 66 da Lei de Registros Públicos, verifica-se que o ato registral, levado a cabo por um oficial de registro que age como se fosse o próprio Estado, goza de fé pública e, portanto, de presunção de veracidade. Todavia, esta não é uma presunção absoluta, eis que admite prova em contrário, Esclarece Walter Ceneviva7 "o princípio da irrevogabilidade dos atos do registro civil não é absoluto, comportando anulação quando ocorrem vícios do ato jurídico ou se demonstra a falsidade ideológica"

Para que bem possam refletir a verdade, os registros públicos em geral podem sim sofrer modificação, dentro das hipóteses legalmente admitidas. Todavia, no caso de registro de nascimento, a alteração da filiação não pode ocorrer apenas em virtude da vontade do pai, eis que isso gera conseqüências graves tanto na esfera jurídica, quanto na psicológica da pessoa.

Por conta disso, a Lei de Registros Públicos estabelece no artigo 114 que "as questões de filiação legítima ou ilegítima serão decididas em processo contencioso para anulação ou reforma de assento". Portanto, a modificação do registro de nascimento, no que toca à filiação, não pode ocorrer pela via administrativa, mas apenas e tão somente mediante processo judicial, em trâmite perante o Poder Judiciário.

Nos casos de que passaremos a tratar, a intenção de alteração do registro de nascimento deve ocorrer, em regra, por meio de uma ação negatória de paternidade. Referida ação é imprescritível, nos termos do artigo 1.601 do Código Civil:

> Art. 1.601. Cabe ao marido o direito de contestar a paternidade dos filhos nascidos de sua mulher, sendo tal ação imprescritível.
> Parágrafo único. Contestada a filiação, os herdeiros do impugnante têm direito de prosseguir na ação

Em sede judicial, caberá ao pai o ônus de desconstituir a veracidade que é artificialmente produzida com o registro. Sobre o tema, importantes os esclarecimentos formulados por Luiz Guilherme Marinoni e Sérgio Cruz Arenhart8:

> Porém, quando sobre determinado fato incide uma presunção legal relativa, a parte a quem essa presunção prejudica fica com o ônus de provar o contrário (do estabelecido na presunção), pouco importando a sua posição no processo. Essa "distribuição" do ônus da prova não é mais feita com base em um critério processual, mas sim a partir de uma situação que caracteriza determinado sujeito perante o direito material.

Nessa toada, tem-se por admissível a desconstituição da veracidade decorrente de registro. Porém, esta deve ser ilidida por prova contra quem ela aproveita, por meio de ação judicial.

Não se pode, porém, perder de vista a noção acima estatuída, no sentido de que a expressão "paternidade" deve ser compreendida em sua acepção mais ampla. Logo, a desconstituição de eventual registro de nascimento torna-se ainda mais complexa, na medida em que não bastará a realização de exame laboratorial que comprove a ausência de consanguinidade.

Os tribunais pátrios, responsáveis por dirimir os conflitos resultantes das situações expostas, buscam

[6] Idem. P. 6.

[7] Idem. P. 130.

[8] MARINONI, Luiz Guilherme; ARENHART, Sérgio Cruz. **Prova.** São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2009. P. 137.

sempre preservar a integridade psicológica dos menores, o que implica em decisões diferentes a depender do problema apresentado.

Portanto, a partir do arcabouço legal e doutrinário da paternidade e dos registros civis, passaremos a analisar a possibilidade de desconstituição do estado filial no registro de nascimento quando o reconhecimento da paternidade se deu de forma voluntária, especificamente nas hipóteses de adoção à brasileira e vício de consentimento.

- Da desconstituição do registro de nascimento nos casos de vício de consentimento.

A primeira problemática quanto ao registro de nascimento sem vínculo consanguíneo da qual nos ocuparemos ocorre nos casos de vício de consentimento. Em tais situações, a mãe, ciente de que aquela pessoa não é o pai biológico, o induz a erro e o leva a crer ser pai consanguíneo. Passado algum tempo, o pai percebe que não o é e pretende desconstituir o registro.

Nesses casos, o Superior Tribunal de Justiça já decidiu de formas diversas e conflitantes, ora concedendo a desconstituição registral, ora determinando a manutenção do registro. A diferença, nos termos das decisões analisadas, passa pelo vínculo de socioafetividade que se forma entre pai registral e filho.

Num primeiro momento, o Superior Tribunal de Justiça entendeu que, caso o pai registral, mesmo que induzido a erro, desenvolva com a criança vínculos de socioafetividade, o registro não pode ser desconstituído. É o que consta no julgado abaixo colacionado, proferido pela corte no ano de 2012.

> DIREITO DE FAMÍLIA. AÇÃO NEGATÓRIA DE PATERNIDADE. EXAME DE DNA NEGATIVO. RECONHECIMENTO DE PATERNIDADE SOCIOAFETIVA. IMPROCEDÊNCIA DO PEDIDO.
> 1. Em conformidade com os princípios do Código Civil de 2002 e da Constituição Federal de 1988, o êxito em ação negatória de paternidade depende da demonstração, a um só tempo, da inexistência de origem biológica e também de que não tenha sido constituído o estado de filiação, fortemente marcado pelas relações socioafetivas e edificado na convivência familiar. Vale dizer que a pretensão voltada à impugnação da paternidade não pode prosperar, quando fundada apenas na origem genética, mas em aberto conflito com a paternidade socioafetiva.
> 2. No caso, as instâncias ordinárias reconheceram a paternidade socioafetiva (ou a posse do estado de filiação), desde sempre existente entre o autor e as requeridas. Assim, se a declaração realizada pelo autor por ocasião do registro foi uma inverdade no que concerne à origem genética, certamente não o foi no que toca ao desígnio de estabelecer com os então infantes vínculos afetivos próprios do estado de filho, verdade em si bastante à manutenção do registro de nascimento e ao afastamento da alegação de falsidade ou erro.
> 3. Recurso especial não provido.
> (REsp 1059214/RS, Rel. Ministro LUIS FELIPE SALOMÃO, QUARTA TURMA, julgado em 16/02/2012, DJe 12/03/2012)

Na ementa acima resta claro o posicionamento inicial do Tribunal Superior no sentido de que a socioafetividade é que deve ser levada em consideração, em detrimento aos vínculos biológicos. O entendimento levou em conta o fato de que houve vício de vontade, mas não o valorou como determinante na constituição da paternidade.

Ocorre que, passado algum tempo, a corte modificou o entendimento supra, como se verifica no julgado abaixo indicado, proferido no ano de 2015.

> DIREITO CIVIL. DESCONSTITUIÇÃO DE PATERNIDADE REGISTRAL.
> Admitiu-se a desconstituição de paternidade registral no seguinte caso: (a) o pai registral, na fluência de união estável estabelecida com a genitora da criança, fez constar o seu nome como pai no registro de nascimento, por acreditar ser o pai biológico do infante; (b) estabeleceu-se vínculo de afetividade entre o pai registral e a criança durante os primeiros cinco anos de vida deste; (c) o pai registral solicitou, ao descobrir que fora traído, a realização de exame de DNA e, a partir do resultado negativo do exame, não mais teve qualquer contato com a criança, por mais de oito anos até a atualidade; e (d) o pedido de desconstituição foi formulado pelo próprio pai registral. De fato, a simples ausência de convergência entre a paternidade declarada no assento de nascimento e a paternidade biológica, por si só, não autoriza a invalidação do registro. Realmente, não se impõe ao declarante, por ocasião do registro, prova de que é o genitor da criança a ser registrada. O assento de nascimento traz, em si, essa presunção. Entretanto, caso o declarante demonstre ter incorrido, seriamente, em vício de consentimento, essa presunção poderá vir a ser ilidida por ele. Não se pode negar que a filiação socioativa detém integral respaldo do ordenamento jurídico nacional, a considerar a incumbência constitucional atribuída ao Estado de proteger toda e qualquer forma de entidade familiar, independentemente de sua origem (art. 227 da CF). Ocorre que o estabelecimento da filiação socioafetiva perpassa, necessariamente, pela vontade e, mesmo, pela voluntariedade do apontado pai, ao despender afeto, de ser reconhecido como tal. Em outras palavras, as manifestações de afeto e carinho por parte de pessoa próxima à criança somente terão o condão de convolarem-se numa relação de filiação se, além da caracterização do estado de posse de filho, houver, por parte do indivíduo que despende o afeto, a clara e inequívoca intenção de ser concebido juridicamente como pai ou mãe da criança. Portanto, a higidez da vontade e da voluntariedade de ser reconhecido juridicamente como pai consubstancia pressuposto à configuração de filiação socioafetiva no caso aqui analisado. Dessa forma, não se concebe a conformação dessa espécie de filiação quando o apontado pai incorre em qualquer dos vícios de consentimento. Ademais, sem proceder a qualquer consideração de ordem moral, não se pode obrigar o pai registral, induzido a erro substancial, a manter uma relação de afeto igualmente calcada no vício de consentimento originário, impondo-lhe os deveres daí advindos sem que voluntária e conscientemente o queira. Além disso, como a filiação sociafetiva pressupõe a vontade e a voluntariedade do apontado pai de ser assim reconhecido juridicamente, caberá somente a ele contestar a paternidade em apreço. Por fim, ressalte-se que é diversa a hipótese em que o indivíduo, ciente de que não é o genitor da criança, voluntária e expressamente declara o ser perante o Oficial de Registro das Pessoas Naturais ("adoção à brasileira"), estabelecendo com esta, a partir daí vínculo da afetividade paterno-filial. Nesta hipótese - diversa do caso em análise -, o vínculo de afetividade se sobrepõe ao vício, encontrando-se inegavelmente consolidada a filiação socioafetiva (hipótese, aliás, que não comportaria posterior alteração). A consolidação dessa situação - em que pese antijurídica e, inclusive, tipificada no art. 242 do CP -, em atenção ao melhor e prioritário interesse da criança, não pode ser modificada pelo pai registral e socioafetivo, afigurando-se irrelevante, nesse caso, a verdade biológica. Trata-se de compreensão que

> converge com o posicionamento perfilhado pelo STJ (REsp 709.608-MS, Quarta Turma, DJe 23/11/2009; e REsp 1.383.408-RS, Terceira Turma, DJe 30/5/2014). REsp 1.330.404-RS, Rel. Min. Marco Aurélio Bellizze, julgado em 5/2/2015, DJe 19/2/2015. (grifos nossos).

Nessa senda, o STJ entende que a paternidade socioafetiva deve nascer necessariamente da vontade. Com isso, caso o registro tenha se efetivado por vício de vontade, a paternidade não se convalidaria.

De fato, a socioafetividade decorre da vontade. Porém, é inegável que o ato inicial de registro, se viciado, não impede a posterior formação de vínculos afetivos. Isso porque, a criança, em seus anos iniciais de vida encontra-se em estado de fragilidade, e busca se apegar àquele que lhe confere segurança. Sobre o tema, relevante é a ponderação de Cyrulnik, neuropsiquiatra e chefe de ensino da "clínica do apego", da Universidade de Toulon, em definição exemplar, alertou que "a gente não se apega ao mais gentil ou ao mais diplomado, a gente se apega a quem nos dá segurança"[9].

Portanto, ainda que a vontade do pai tenha sido inicialmente viciada, nos parece que o vínculo se formou posteriormente, o que convalidaria a paternidade pelo afeto que se formou. Assim, em nossa opinião, o entendimento inicial do Superior Tribunal de Justiça revela-se mais adequado à construção constitucional do conceito de paternidade.

- Da (im)possibilidade de desconstituição do registro de nascimento no caso de adoção à brasileira: o posicionamento dos tribunais superiores.

Segunda situação relativa ao vínculo registral pautado na socioafetividade diz respeito à adoção à brasileira. O conceito de adoção traduz a ideia de oportunizar a uma determinada pessoa sua inserção em um núcleo familiar. Em termos legais, deve acontecer mediante prévio procedimento, definido pelo Estatuto da Criança e do Adolescente (Lei 8.069 de 1980). Ocorre que se tornou comum, no Brasil, a chamada "adoção à brasileira" ou "à moda brasileira", que se efetiva sem o devido processo legal.

Nessa modalidade, já disseminada na sociedade brasileira, uma pessoa registra como filho alguém que sabe não o ser. É o que geralmente ocorre quando um homem começa a namorar mulher já grávida ou com filho sem pai registral e assume a criança como sua – mesmo ciente de que não é o pai biológico[10].

A conduta assim levada a cabo não é tecnicamente adoção, pois não se submete ao devido processo legal, mas gera as mesmas consequências jurídicas e por isso recebe esse nome. Todavia, há clara burla ao procedimento judicial de adoção e a conduta é tipificada como crime pelo Código Penal, in verbis:

> **Parto suposto. Supressão ou alteração de direito inerente ao estado civil de recém-nascido**
> Art. 242 - Dar parto alheio como próprio; registrar como seu o filho de outrem; ocultar recém-nascido ou substituí-lo, suprimindo ou alterando direito inerente ao estado civil:
> Pena - reclusão, de dois a seis anos.
>
> Parágrafo único - Se o crime é praticado por motivo de reconhecida nobreza:
> Pena - detenção, de um a dois anos, podendo o juiz deixar de aplicar a pena.

Importante notar que o legislador penal reconheceu pena menor, é dizer, um tipo derivado privilegiado, para aquele que age por motivo de reconhecida nobreza; mas não deixou de tipificar como crime[11].

Verifica-se, tanto no conceito civil, quanto no tipo penal, que a conduta do agente é pautada pela vontade. É dizer, a pessoa livremente declara para fins de registro que o filho é seu, mesmo sabendo que não o é. Problema surge caso o agente se arrependa, ou seja, caso não mais deseje ser pai daquele filho que registrou.

A problemática já chegou ao STJ, que analisou, em grau de recurso, uma ação negatória de paternidade cumulada com registro civil. Ocorre que, como dito em tópico anterior, não bastará ao pai provar que não é seu filho biológico, eis que o exame laboratorial não conduz à obrigatoriedade de julgamento procedente da pretensão.

No caso em exame, o pai estava questionando uma paternidade por ele mesmo assumida, de forma consciente. Assim, a desconstituição do registro com base exclusivamente em negativa de consanguinidade demonstra violação à boa-fé objetiva. É o que a doutrina conceitua como venire contra factumproprium, traduzida como proibição de comportamento contraditório.
Na linha de julgados da corte Superior, para que seja possível a anulação do registro é indispensável que fique provado que o pai registrou o filho enganado (induzido em erro), ou seja, é imprescindível que tenha ocorrido vício de consentimento.

A recente decisão abaixo reflete de forma clara o que se discorreu até o momento.

> DIREITO DE FAMÍLIA. AÇÃO NEGATÓRIA DE PATERNIDADE. EXAME DE DNA. AUSÊNCIA DE VÍNCULO BIOLÓGICO. PATERNIDADE SOCIOAFETIVA. RECONHECIMENTO. "ADOÇÃO À BRASILEIRA". IMPROCEDÊNCIA DO PEDIDO. 1. A chamada "adoção à brasileira", muito embora seja expediente à margem do ordenamento pátrio, quando se fizer fonte de vínculo socioafetivo entre o pai de registro e o filho registrado, não consubstancia negócio jurídico vulgar sujeito a distrato por mera liberalidade, tampouco avença submetida a condição resolutiva consistente no término do relacionamento com a genitora. 2. Em conformidade com os princípios do Código Civil de 2002 e da Constituição Federal de 1988, o êxito em ação negatória de paternidade depende da demonstração, a um só tempo, da inexistência de origem biológica e também de que não tenha sido constituído o estado de filiação, fortemente marcado pelas relações socioafetivas

[9] CYRULNIK, Boris. **Dizer e morrer**. Tradução ClaúdiaBerliner – São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2012, p. 102.
[10] FARIAS, Cristiano Chaves de; ROSENVALD, Nelson. **Op. Cit.** P. 927.

[11] Sobre o tema, Rogério Greco alerta sobre a possibilidade de concessão de perdao judicial: "nesse caso, a lei fornece ao julgador duas opções: a primeira delas, depois de concluir que o fato é típico, ilícito e culpável, condenar o agente pela prática do delito previsto pelo parágrafo único do art. 242 do Código Penal, que prevê uma modalidade privilegiada de parto suposto; a segunda opção, que dependerá da sensibilidade do julgador no caso concreto, será a concessão de perdão judicial, deixando de aplicar a pena. *In* GRECO, Rogério. **Código Penal Comentado.** 4ed. Rio de Janeiro: Editora Impetus, 2010. P. 681.

> e edificado na convivência familiar. Vale dizer que a pretensão voltada à impugnação da paternidade não pode prosperar quando fundada apenas na origem genética, mas em aberto conflito com a paternidade socioafetiva. 3. No caso, ficou claro que o autor reconheceu a paternidade do recorrido voluntariamente, mesmo sabendo que não era seu filho biológico, e desse reconhecimento estabeleceu-se vínculo afetivo que só cessou com o término da relação com a genitora da criança reconhecida. De tudo que consta nas decisões anteriormente proferidas, dessume-se que o autor, imbuído de propósito manifestamente nobre na origem, por ocasião do registro de nascimento, pretende negá-lo agora, por razões patrimoniais declaradas. 4. Com efeito, tal providência ofende, na letra e no espírito, o art. 1.604 do Código Civil, segundo o qual não se pode "vindicar estado contrário ao que resulta do registro de nascimento, salvo provando-se erro ou falsidade do registro", do que efetivamente não se cuida no caso em apreço. Se a declaração realizada pelo autor, por ocasião do registro, foi uma inverdade no que concerne à origem genética, certamente não o foi no que toca ao desígnio de estabelecer com o infante vínculos afetivos próprios do estado de filho, verdade social em si bastante à manutenção do registro de nascimento e ao afastamento da alegação de falsidade ou erro. 5. A a manutenção do registro de nascimento não retira da criança o direito de buscar sua identidade biológica e de ter, em seus assentos civis, o nome do verdadeiro pai. É sempre possível o desfazimento da adoção à brasileira mesmo nos casos de vínculo socioafetivo, se assim decidir o menor por ocasião da maioridade; assim como não decai seu direito de buscar a identidade biológica em qualquer caso, mesmo na hipótese de adoção regular. Precedentes. 6. Recurso especial não provido. (REsp 1352529/SP, Rel. Ministro LUIS FELIPE SALOMÃO, QUARTA TURMA, julgado em 24/02/2015, DJe 13/04/2015)

Há várias outras decisões nessa linha, onde o STJ entabula que "*o reconhecimento espontâneo da paternidade somente pode ser desfeito quando demonstrado vício de consentimento; não há como desfazer um ato levado a efeito com perfeita demonstração da vontade, em que o próprio pai manifestou que sabia perfeitamente não haver vínculo biológico entre ele e o menor e, mesmo assim, reconheceu-o como seu filho*[12]*".*

Assim, "a comprovação da ausência de vínculo genético por meio do exame de DNA não é motivo suficiente para amparar pretensão de anulação de registro de nascimento, exigindo-se prova robusta de que o pai registral foi induzido a erro ou coagido a registrar filho de outrem como seu".[13]

O posicionamento, nos casos de "adoção à brasileira" reforça o conceito de paternidade socioafetiva, revelando-se adequado à visão constitucional de paternidade, reforçada muito mais pelo afeto do que pelos vínculos de sangue.

[12] STJ. 3ª Turma. REsp 1229044/SC, Rel. Min. Nancy Andrighi, julgado em 04/06/2013.

[13] AgRg no REsp 1482906/PR, Rel. Ministro MOURA RIBEIRO, TERCEIRA TURMA, julgado em 16/06/2015, DJe 26/06/2015

CONCLUSÃO

E todo o exposto, concluímos que o registro público de nascimento, regulado pela Lei de Registros Públicos – LRP (Lei nº 6.015/1973), gera uma presunção relativa de paternidade do registrando.

Diz-se relativa pois, apesar de constar no documento um estado de filiação, pode ser que o retratado não reflita a paternidade biológica, o que ocorre tanto nos casos de vício de vontade quanto nos de "adoção à brasileira".

Nas hipóteses de vício de vontade, o pai só efetivou o registro porque foi enganado, na maioria das vezes pela própria genitora. É dizer, foi induzido a erro e teve sua vontade maculada, registrando por achar que era o pai em termos também biológicos.

Sobre essa situação, num primeiro momento, o Superior Tribunal de Justiça entendeu que, ainda que ocorresse vício de vontade, caso ocorresse posterior formação de vínculo de socioafetividade, a paternidade deveria ser mantida.

Todavia, s corte reviu tal posicionamento e, atualmente, entende que o vício de vontade pode conduzir à desconstituição do registro, justamente porque, nessa linha de raciocínio, a socioafetividade depende da vontade livre.

Já com relação à adoção à brasileira, assim compreendida como a efetivação de registro de paternidade por aquele que sabe não ser o pai biológico, apesar de ser conduta delitiva prevista na lei penal, o Superior Tribunal de Justiça não autoriza a desconstituição do vínculo.

Isso porque, ao contrário da primeira situação, o pai desejou formar aquele vínculo espontaneamente. Assim, a socioafetividade deve prevalecer, quando sopesada com a paternidade biológica.

REFERÊNCIAS

1. BRASIL, **Constituição da República Federativa***:* Senado Federal, 1998.

2. BRASIL, **Código Civil (Lei nº. 10.406).** Senado Federal, 2002.

3. BRASIL, **Código Penal (Decreto-Lei nº. 2.848).** Senado Federal, 1940.

4. BRASIL, **Lei dos Registros Públicos (Lei nº 6.015).** Senado Federal, 1973.

5. CENEVIVA, Walter. **Lei dos Registros Públicos Comentada**. 18. ed. São Paulo: Saraiva, 2008

6. CYRULNIK, Boris. **Dizer e morrer**. Tradução ClaúdiaBerliner – São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2012.

7. DIAS, Maria Berenice. **Manual de Direito das Famílias**. 4 ed. São Paulo: Revista dos tribunais, 2008.

8. FARIAS, Cristiano Chaves de; ROSENVALD, Nelson. **Curso de Direito Civil.** Vol. 6. 6ª Salvador: Ed. JusPodvim, 2014.

9. GRECO, Rogério. **Código Penal Comentado.** 4ed. Rio de Janeiro: Editora Impetus, 2010.

10. LÔBO, Paulo. **Direito Civil: famílias.** 4ed. São Paulo: Saraiva, 2011. P. 29

11. MARINONI, Luiz Guilherme; ARENHART, Sérgio Cruz. **Prova.** São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2009. P. 137

A vida está para a morte: a constitucionalidade da morte digna à luz da filosofia de Lucio Anneo Sêneca

MUCCO Claudia B[1]; FREITAS Carolina N[2]

RESUMO

O presente estudo, realizado para obtenção da titulação de bacharelado em Direito, sob orientação da Mestre em Garantias e Direitos Fundamentais, Carolina Nunes de Freitas, tem por objetivo abordar a "morte digna" ou "boa morte", como vem sendo reconhecida em diversos países mundo afora. Parte-se das considerações filosóficas propostas por Lucio Anneu Sêneca, para se concluir que a morte a seu tempo certo, conforme a vontade do indivíduo, a morte digna, em consonância com o princípio constitucional da dignidade humana, é aplicável ao Direito no ordenamento jurídico brasileiro.
Palavras chave: filosofia senequiana, morte digna, dignidade humana, Constituição Federal Brasileira

ABSTRACT

This study, carried out to obtain a bachelors degree in Law, under the guidance of the Master of Fundamental Rights Carolina Nunes, aims to address "dignified death" or "good death", as it has been recognized in several countries around the world . We start from the philosophical considerations proposed by Lucio Anneu Sêneca, to conclude that his right time, according to the will of the individual, in consonance with the constitutional principle of dignity, is perfectly applicable to the Law in the Brazilian legal system
Keywords: Senegalese philosophy, dignified death, human dignity, Brazilian Federal Constitution.

INTRODUÇÃO

Há muitos meios de se considerar a morte. O homem, através dos séculos lida com sua condição mortal ora com intimidade, ora afastando-a de si, confinando a morte na clausura dos locais específicos a que se destinam, como, por exemplo, nos hospitais. A forma como a morte é encarada pode influenciar o modo como se vive, portanto, torna-se relevante a análise de perspectivas a seu respeito, que possibilitem uma vida boa e uma boa morte.

Assim sendo, é importante considerar certas formas de pensamento que possam servir de bússola para reflexões sobre a vida e sobre a morte, em sentido mais humanizado, que preserve a autonomia do indivíduo em suas escolhas quanto às práticas médicas, aplicáveis ou não, ao seu caso, para que, em consonância com o ordenamento jurídico pátrio, seja considerado e garantido ao indivíduo o direito de morrer de forma digna.

Sabe-se que não existe um só modelo que possa servir proveitosamente a tal orientação. Entretanto, um parâmetro muito oportuno pode ser encontrado na filosofia estóica de Lucio Anneo Sêneca, em que identifica-se uma forte preocupação com as posturas éticas necessárias ao direcionamento do espírito, no sentido da ação adequada para orientar uma vida bem vivida, em que o ser, ciente da fugacidade do tempo, possa contemplar a morte como parte inerente a ela, algo que a permeia incessantemente:

> Morremos um pouco a cada dia. De fato, a cada dia, uma parte da vida se perde. Então, também enquanto crescemos, a vida decresce. Perdemos a infância, em seguida a adolescência. Todo tempo que passou até o dia de ontem está extinto. Este dia mesmo que estamos vivendo, o dividimos com a morte. Do mesmo modo que não é a última gota que esvazia a clepsidra, mas tudo o que escorreu antes, também a hora derradeira, na qual deixamos de existir, não constitui sozinha a morte, mas ela sozinha a consuma. (SÊNECA, 2014, p. 39).

Apresenta-se um estudo sobre a finitude da vida, em que se propõe uma reflexão acerca da dignidade no momento da morte, quando são dispensáveis postergações inúteis que apenas prolongam uma mera vida biológica; uma perspectiva humanizada da morte, que dispensa aplicação de meios abusivos e desproporcionais que imponham sofrimentos ainda maiores ao indivíduo, conferindo, portanto, limites às intervenções humanas na vida, à luz do princípio da dignidade humana, consagrado pelos Direitos Humanos e fundamento basilar da Constituição e do Estado Democrático de Direito Brasileiros. Tais considerações tem como ponto de partida a filosofia estóica de Lucio Anneo Sêneca, na obra Edificar-se para a morte; Das Cartas morais a Lucílio, em que o autor tece considerações sobre morrer com dignidade.

- A filosofia de Lucio Anneo Sêneca: meditações sobre a morte

Lucio Anneo Sêneca nasceu em Córdoba, entre 4 a.C. e I d.C. Mudou-se quando criança para Roma. Era de família abastada e ainda bem jovem teve contato com a filosofia estóica. Tornou-se figura de grande destaque no Senado e no ambiente palaciano romanos da corte de Calígula. Posteriormente, como principal conselheiro de Nero, era tido como um governante ideal nos meios político e intelectual romanos. Decepcionado com os maus instintos de Nero, decidiu retirar-se da vida pública, em 62 D.C. A partir de então passou a escrever e defender sua proposta filosófica. (LOHNER, 2014, p. 3)

Na percepção de Sêneca, a racionalidade é o ponto crucial da vida. Ele relacionou a razão à tranquilidade da alma, uma vez que o espírito bem formado é aquele capaz de abstrair-se de tudo para estar consigo. A razão contemplativa e o envolvimento emocional moderados são, para ele, o pavimento do caminho virtuoso na vida. As paixões humanas, consideradas verdadeiros vícios, devem ser afastadas para que o homem não se afaste de sua consciência.

O discurso senequiano não se limita, porém, à mera intelectualidade, mas é dirigido aos leitores na intenção de despertar uma disposição interior, de pautar as condutas individuais conforme aquelas positivamente aceitas pelas doutrinas e moral estóicas,da qual Sêneca sempre foi adepto, bem como grande divulgador.

É possível afirmar que a obra de Sêneca visa ao aperfeiçoamento moral, conforme os preceitos estóicos, no sentido de superar com sabedoria os tormentos causados pelos temores e desejos atrelados à condição humana.

Para o filósofo, a sabedoria é adquirida por aqueles que buscam a serenidade, desapegados das paixões e

[1] Graduanda em Direito pela Faculdade Novo Milênio.
[2] Orientadora e professora da Faculdade Novo Milênio. Mestra em Direitos e Garantias Fundamentais

dos prazeres mundanos, sem angústias vãs, cientes de sua finitude, espiritualmente prontos para seguir o fluxo natural da existência humana.

Desse modo, a morte nada mais é do que uma determinação da natureza, à qual todos os homens estão submetidos inevitavelmente. O homem nasce para a morte. A morte é "a mais efetiva profilaxia contra os males insuportáveis que assolam a existência humana" (SÊNECA, 2014, p. 32).

O fim da vida deve ser encarada com extrema naturalidade, como um verdadeiro consolo para os fardos da existência. Temê-la é a mais profunda contradição humana, pois a imortalidade, esta sim, seria insuportável, com seus sucessivos ciclos de dor, sofrimento, doenças crônicas e toda espécie de angústias que fazem parte da vida. Aprender a morrer é, para Sêneca, parte integrante do saber viver.

Pode-se concluir que a vida, na visão de Sêneca, deve ser vivida enquanto vale a pena e não "comprada a qualquer preço". Sua proposta é a de que o homem seja livre da necessidade de viver: "É um mal viver sob o jugo da necessidade, mas não é necessário viver sob necessidade". (SÊNECA, 2014, p. 35).

O homem, ao viver sob o jugo da necessidade, nega a si a liberdade, que para Sêneca não está, absolutamente, ligada às condições materiais da existência, mas consiste em um ideal moral.

Nesta breve exposição, observa-se que o filósofo defende a morte a seu tempo e modo dignos. Cabe refletir sobre como esta perspectiva pode ser útil na atualidade, no tocante ao direito de morrer em conformidade com o princípio da dignidade humana, fonte basilar do Direito brasileiro.

A educação para a morte na filosofia de Sêneca ensina ao homem morrer com dignidade:

> Morrer bem é escapar de viver mal: o ser humano apenas resvala nas margens da vida durante sua trajetória, mas o homem sábio tem o poder de decidir sobre sua morte, que é um porto à disposição, não um obstáculo à navegação. Só após longa reflexão sobre a morte pode-se optar pelo suicídio: ciente de que a vida não vale a pena ser vivida a qualquer custo, não se fica à mercê da sorte. O corpo é morada temporária, não prisão da alma. A vontade é o único obstáculo à morte (2014, p. 47).

Certo é, que o Direito precisa tutelar o direito à vida, mas precisa também, tutelar o direito à morte digna, já que" a única certeza que possuímos é o da nossa mortalidade" (SÊNECA, 2007, p. 37).

Assim considerados os apontamentos de Sêneca acerca da morte, a presente pesquisa faz uma crítica sobre o direito a uma morte digna, decorrente do princípio da dignidade da pessoa humana, do qual surgem os direitos da personalidade, dentre os quais o direito a uma vida digna e, também, de uma morte digna, que é "um apelo ao direito de viver uma morte de feição humana (...) significa o desejo de reapropriação de sua própria morte, não como objeto da ciência, mas como sujeito da existência" (BARROSO, 2006, p. 107).

Essencialmente, o princípio da dignidade da pessoa humana, que ancora e justifica os direitos fundamentais em nosso ordenamento jurídico, tem o homem como um meio em si mesmo. Sob forma de autonomia individual, a dignidade pode apresentar-se como condição interna de liberdade que permite ao indivíduo fazer escolhas ao longo de sua vida, inclusive em relação a morrer. Neste ponto, reflete-se sobre de que modo, dentro do ordenamento jurídico pátrio, é possível encontrar uma solução para a garantia do direito à morte digna.

- O princípio da dignidade humana e o Estado Democrático de Direito

O princípio da dignidade da pessoa humana é fruto de ideais religiosos e filosóficos. São Tomás de Aquino, na leitura de Melina Girardi Fachin, foi o primeiro a cunhar a expressão *dignitas humana*, em que afirma ser a "dignidade inerente ao homem como espécie; ela existe in actu só no homem como indivíduo (FACHIN, 2009, p 34).

Os filósofos gregos estóicos refletiram sobre a necessidade da igualdade entre os homens e perceberam a dignidade como existência de um direito natural, imutável e anterior às leis escritas. (ULLMANN, 1996, p. 37).

O cristianismo, segundo Melina Giardi, com sua concepção de que todos os homens são iguais, enquanto filhos de Deus, foi um dos pilares para construção dos direitos universais de igualdade entre os homens, mesmo com todas as diferenças individuais relativas a origem, raça, sexo, credo, o que influenciou diretamente a consagração dos direitos fundamentais, fonte direta da dignidade da humana. (FACHIN, 2009, p.38).

O Direito, enquanto ciência e instituição tem o poder de conferir as dimensões de identificação e tutela da dignidade humana, que "mais do que um qualificativo, consolidou-se enquanto elemento ôntico indeclinável" (SARLET, 2007, p. 129).

A dignidade humana figura como viga-mestra do sistema constitucional, "o penhor da constitucionalidade das regras de uma Constituição". Ocupa o mais alto patamar na escala normativa do ordenamento jurídico. Possui uma dinâmica incrível, pode ser multifuncional, ou seja, diante de uma situação fática na qual incide de forma direta, faculta sentido a outra disposição normativa, podendo ampliar ou restringir-lhe o significado (ALVES, 2009, p.57).

À dignidade da pessoa humana foi conferida pela Constituição Federal Brasileira de 1988 um valor de máxima relevância jurídica, mediante formação principiológica "e esta pretensão de plena normatividade está bem caracterizada com a opção constitucional de incluí-la na categoria de princípio fundamental" (BARROSO, 2006, p. 99).

Após a segunda guerra mundial, a dignidade da pessoa humana foi inserida no mundo jurídico em documentos internacionais como na Carta da ONU, (1945), na Declaração Universal dos Direitos do Homem, (1948) e em diversos outros tratados e pactos internacionais, desempenhando, assim, um papel de alta relevância no discurso dos Direitos Humanos.

Mais recentemente, em 2000, o princípio recebeu destaque especial na Carta Europeia de Direitos Fundamentais e no Projeto de Constituição Europeia, de 2004. Esta integração tão marcante, deu-se em virtude da cultura pós positivista, que aproximou o Direito da filosofia moral, bem como da filosofia política, em contraponto à segregação radical que imperou durante o positivismo normativo.

Atualmente, diversas constituições democráticas, como a Constituição Federal Brasileira de 1988, contêm referência expressa à inviolabilidade do princípio da dignidade humana. Trata-se de valor fundamental, centro axiológico de todo sistema constitucional. São exemplos deste modelo constitucional: Brasil, Alemanha, Itália,

Japão, Portugal, Espanhol, África do Sul, Israel, Hungria, Suécia.

A jurisprudência transnacional, segundo Luís Roberto Barroso, tem invocado o princípio da dignidade até mesmo em países nos quais a Constituição não lhe faz menção específica, como nos Estados Unidos e na França.

Criou-se, assim, de acordo com Sarlet, um discurso no sentido de uma integração em torno da dignidade da pessoa humana, que possibilita à cortes internacionais invocar sua força jurídica e argumentativa, em decisões importantes.

A dificuldade, porém, quanto à sua aplicabilidade nos casos concretos consiste em lhe dar um conteúdo hermenêutico minimamente comunitário. "Princípios são normas jurídicas que não se aplicam na modalidade tudo ou nada" (BARROSO, 2006, p. 22).

Em outras palavras, "princípios estão sujeitos à ponderação e à proporcionalidade e sua pretensão normativa pode ceder, conforme as circunstâncias, a elementos contrapostos." (BARROSO, 2006, p. 25)

Relevante salientar, que a dignidade da pessoa humana, apesar de não possuir um caráter absoluto, é o parâmetro utilizado na ponderação, em casos de concorrência entre direitos fundamentais, tanto nas relações entre indivíduos e Estado, como nas relações privadas, como observamos na definição de Ingo Sarlet

> (...) a dignidade da pessoa humana é a qualidade intrínseca e distintiva de cada ser humano, que o faz merecedor do mesmo respeito e consideração por parte do Estado e da comunidade, implicando, neste sentido, um complexo de direitos e deveres fundamentais, que assegurem a pessoa tanto contra todo e qualquer ato de cunho degradante e desumano, como venham a lhe garantir as condições existenciais mínimas para uma vida saudável, além de propiciar e promover sua participação ativa e corresponsável nos destinos da própria existência, da vida em comunhão com os demais seres humanos (SARLET, 2007, p. 47).

Sob este prisma, "o ser humano, por ser detentor do fim em si mesmo, tem sua dignidade como algo superior a todos os demais direitos o garantias que possam ser, ou vir a ser expressos (SARLET, 2007, p. 44).

Fato é, que há uma grande dificuldade em se conceituar dignidade da pessoa humana, que é passível de definições muito variáveis. Como já explicitado, trata-se de um conceito, cujo sentido e alcance sofrem influências históricas, religiosas, políticas e que é suscetível de variações em diferentes jurisdições.

O esforço do presente estudo consiste na busca por um conceito humanista, transnacional e transcultural, que sirva como parâmetro suficientemente aplicável na questão da morte digna, dentro do ordenamento jurídico brasileiro, em conformidade com os direitos humanos.

Dignidade da pessoa humana e direitos humanos são:

> duas faces de uma mesma moeda, (...): uma voltada para a filosofia, expressa valores morais que singularizam todas as pessoas, tornando-as merecedoras de igual respeito e considerações; a outra, voltada para o Direito, traduz posições jurídicas titularizadas pelos indivíduos, tuteladas por Normas coercitivas e pela atuação judicial. Em suma: a moral sob a forma de Direito (BARROSO,2006, p. 44).

É por ter o valor intrínseco da pessoa humana como conteúdo essencial, que a dignidade não depende de concessão, não pode ser retirada e não é perdida mesmo diante da conduta individual indigna do seu titular. "Ela independe até mesmo da própria razão" (BARROSO, 2006, p. 40).

Há que se considerar, contudo, que o conceito de dignidade subjaz, no âmbito dos direitos materiais e sociais, no conceito de "mínimo existencial", expressão cunhada na jurisprudência do Tribunal Constitucional Federal Alemão, para o qual: todo indivíduo para ser livre, igual e capaz de exercer sua cidadania precisa ter satisfeitas as necessidades:

> indispensáveis à sua existência física e psíquica. (...) O direito ao mínimo existencial, não é, como regra, referido expressamente em documentos constitucionais ou internacionais, mas sua estatura constitucional tem sido amplamente reconhecida. E nem poderia ser diferente. O mínimo existencial constitui núcleo essencial dos direitos fundamentais em geral e seu conteúdo corresponde às pré condições para exercício dos direitos individuais e políticos da autonomia privada e pública (BARROSO, 2006, p. 58).

De forma genérica, segundo, Luis Roberto Barroso, a invocação da dignidade humana na jurisprudência brasileira tem ocorrido como reforço argumentativo, ou simplesmente como ornamento retórico. Isto se dá, tanto por causa da sua abrangência hermenêutica, como também por causa do alto grau de detalhamento da Constituição Brasileira, inclusive no que tange ao longo elenco de direitos fundamentais.

Em muitas situações, em outras jurisdições, a necessidade de aplicação do princípio ocorre de forma mais abstrata. Já no Brasil, as regras específicas mais densas acabam por conferir à dignidade um aspecto meramente de reforço, nos casos de ambiguidade de linguagem, de lacuna normativa, para integração da ordem jurídica em situação de colisões de normas constitucionais e direitos fundamentais, como elemento "argumentativo da construção justa" (BARROSO, 2006, p. 50).

Na jurisprudência do STF há abundância de julgados que evocam o princípio da dignidade humana, especialmente no tocante a matérias penal e processual penal. Existem muitos julgados, por exemplo, em que ocorre a não aceitação da instrumentalização do acusado, ou do preso, aos interesses do Estado, no intuito de preservar-se a dignidade da pessoa humana.

Quanto ao STJ, as referências à dignidade da pessoa humana encontram-se nas mais diversas decisões, envolvendo o direito ao "mínimo existencial": direito à saúde, ao nome, à redesignação sexual, entre outros.

Verifica-se, ao examinar a jurisprudência dos tribunais superiores brasileiros, que raramente a dignidade é o fundamento central do argumento e, menos ainda tem o seu conteúdo explorado ou explicitado (BARROSO, 2006, p. 49).

Nos casos considerados como de difícil solução no mundo jurídico existe a possibilidade de se evocar o princípio da dignidade como "fundamento central do argumento" (BARROSO, 2006, p. 45) .

Recentemente, em 2015, uma decisão inédita na Justiça brasileira autorizou uma advogada, Rosana Chiavassa, 54 anos, a ter "morte digna". A ação foi avaliada pelo juiz Alexandre Coelho, titular, à época, da 2ª Vara Cível do Fórum de João Mendes, São Paulo.

A manifestação da vontade prévia de não prolongar a vida em situação indigna foi pleiteada por Rosana, que desejou dar à sua pretensão de vontade uma "chancela judicial que não pudesse ser questionada" O juiz

Alexandre Coelho, por sua vez, fundamentou a decisão afastando qualquer ideia da eutanásia. E afirmou que:

> não se pretende a morte obtida mediante intervenção humana, mas sim a vida, com toda sua dignidade, evitando-se apenas a positivação de procedimentos médico-hospitalares que sabidamente nenhum resultado obterão quanto à recuperação da saúde e reversão do quadro mórbido". (saude.estadao.com.br/.geral,justica-autoriza-advogada-a-ter-morte-digna,1624407 24 de jan de 2015).

Para Rosana, o debate acerca da morte digna tem de acontecer na sociedade, pois, segundo ela, às vezes a família escolhe manter uma situação degradante e inútil de sobrevida. Trata-se de um egoísmo atroz não questionar a vontade do enfermo.

No caso específico ora mencionado, relativo à possibilidade do reconhecimento por parte do judiciário a morte digna, utiliza-se um modelo interpretativo em conformidade com as ideias propostas por Luis Roberto Barroso, para demonstrar que no ordenamento jurídico brasileiro é possível pleitear-se a morte digna, caso sejam observados, o que Barroso considera serem os conteúdos mínimos da dignidade que, apesar de não eliminarem a subjetividade do intérprete, servem para estruturar seu raciocínio, na busca por decisões laicas, politicamente neutras e universalizáveis.

- Morte digna

A Constituição Federal Brasileira de 1988, em seu artigo 5, caput, estabelece que:

> Todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade.

De acordo com Luís Roberto Barroso (2009, p.87), o direito à vida é "o bem mais relevante do ser humano e a dignidade da pessoa humana é um fundamento da República Federativa do Brasil e não há dignidade sem vida".

A Constituição brasileira, ao tutelar o direito à vida não impõe, porém, às pessoas que resistam obstinadamente à morte, quando a vida não se mostra mais digna.

Aceitar o término da vida, para Barroso, é reconhecer a morte como parte integral da vida e da existência humanas, tão natural e previsível como nascer.

Em entrevista concedida ao jornal Folha de São Paulo online, Luís Roberto Barroso, quando questionado se a Constituição brasileira permite a eutanásia e o suicídio assistido, afirmou não crer que haja impedimento constitucional quanto à matéria. Considerou, porém, que existe um debate jurídico-filosófico quanto à dignidade da pessoa humana e quanto aos limites da proteção da vida humana:

> Quando a filosofia e o direito protegem a vida, é preciso saber: protegem qualquer vida, qualquer qualidade de vida e a qualquer preço? Acho que não. Além de determinado limite de sofrimento, de perda da integridade física, uma pessoa deve ter o direito de escolher entre a vida e a morte (...) o papel do Estado e do direito deve respeitar a autonomia de cada um. (BARROSO, folha.uol.com.br/fsp/cotidian/4 de dez de 2006).

No plano da filosofia, Sêneca coloca a morte com dignidade em face do homem, da vida e da morte e a justifica com base no próprio homem pois, para o filósofo a razão atribui ao ser humano uma dignidade única, em relação aos demais seres.

Para a meditatio mortis senequiana, "o corpo é morada temporária, não é prisão da alma". A vontade é o único obstáculo à morte (SÊNECA, 2016, p. 98)

As ideias senequianas chegam à contemporaneidade com força de provocar discussões no que se refere aos direitos humanos, ao defender a proposta de que o indivíduo deve decidir os rumos de sua própria morte.

Pois bem, no plano da dignidade como valor intrínseco, para Barroso, o ser humano quando entende que sua vida já não lhe permite viver com dignidade, tem o direito à morte com dignidade.

A proteção jurídica aqui invocada é aquela garantidora da integridade física e psicológica do indivíduo, a garantia de que não será submetido a sofrimento imenso e inútil. Afigura-se assim, no plano do valor intrínseco da dignidade humana, que os elementos juridicamente tutelados em favor da legitimidade do direito à morte digna são bastante consistentes.

No plano da autonomia da dignidade humana, uma pessoa maior, capaz, está, ao decidir interromper a vida, que para si não mais é digna, a exercer sua liberdade existencial, sem afrontar direito de terceiros. Desta forma, tal decisão não deve ser criminalizada, mas deve receber, por parte do Estado, o tratamento adequado permitindo que cada um tenha o direito de morrer conforme sua vontade.

A expressão morte digna traz consigo uma gama muito ampla de condições, dentre as quais, ressalta-se, a de garantir ao paciente o direito de não ser submetido a terapias inapropriadas, quando efetivamente a morte é inevitável. Evoca-se, neste ponto, os direitos fundamentais baseados nos direitos humanos, na garantia da liberdade, sem as quais não há dignidade humana.

A preocupação, neste contexto, é com a "qualidade de vida, na busca por uma morte sem dor, na hora certa, cercada de ternura, enfim, digna" (BARROSO, 2009, p. 50).

Trata-se do reconhecimento de que aos doentes terminais não se deva empregar medidas extraordinárias que importem em obstinação terapêutica, mas que sejam ministrados os cuidados paliativos capazes de propiciar o bem estar aos pacientes em situação de terminalidade.

A morte digna busca o direito de o paciente expressar sua vontade quanto aos cuidados que no caso de doença terminal, deseja ou não se submeter; ampara-se na disposição legal de que "ninguém pode ser constrangido a submeter-se com risco de vida a tratamento médico ou intervenção cirúrgica", conforme artigo 15, do Código Civil Brasileiro (BARROSO, 2009, p. 79).

Apesar de não haver lei que trate sobre a questão da morte digna, o Conselho Federal de Medicina (CFM) publicou em 2006 a Resolução Nº 1.805/2006 dispondo sobre a fase terminal de enfermidades graves e incuráveis, que permitem ao médico limitar ou suspender procedimentos e tratamentos que prolonguem a vida do doente, garantindo-lhe os cuidados necessários para aliviar os sintomas que levam ao sofrimento, na perspectiva de uma assistência integral, respeitada a vontade do paciente ou de seu representante legal.

Em 2012, o Conselho Federal de Medicina publicou a resolução Nº 1.995/2012 sobre a ortotanásia, que dispõe sobre o testamento vital (diretivas antecipadas de vontade dos pacientes). Trata-se do registro do desejo expresso do paciente em documento.

Dessa forma, nas decisões sobre cuidados e tratamentos de enfermos que se encontrem incapazes de comunicar-se, ou de expressar de maneira livre e independente suas vontades, o médico deve levar em consideração os desejos firmados no testamento vital.

Para Luís Roberto Barroso, embora ainda não haja consenso sobre o tema, é possível a invocação dos princípios constitucionais para suprir a lacuna legislativa e autorizar o paciente a ter uma morte digna.

> "A Constituição da República contém princípios expressos e não expressos ou implícitos e o que está em questão aí é a dignidade da pessoa humana, o macro princípio constitucional que dá sustento à ideia de vida digna e morte digna" (BARROSO, 2006, p. 57).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não há qualquer intenção em por fim ao debate, vasto e complexo, acerca da morte com dignidade, tampouco apresentar um único modelo proveitoso a todos que se interessam pelo tema. Mas é certo que, no tocante aos preceitos filosóficos e doutrinários abordados, que tanto a vida como a morte devem ter a dignidade protegidas pelo Direito.

Sob o viés filosófico adotado percebeu-se que a morte digna é considerada praticamente como um mandamento: deve-se preparar para a morte durante toda nossa vida, assim o fim da vida se torna mais fácil de aceitar, bem como a sua dignidade.

A morte de forma digna, em Sêneca, parte do princípio atualmente reconhecido como o da dignidade da pessoa humana. A Constituição Federal brasileira de 1988 eleva a dignidade da pessoa humana à categoria de princípio fundamental. Porém, como destacado nas palavras de Barroso, ainda existe uma dificuldade quanto à aplicabilidade jurídica do princípio da dignidade humana, que consiste em conferir um conteúdo hermenêutico mínimo que sirva comunitariamente. A evocação do princípio da dignidade no ordenamento jurídico brasileiro se dá normalmente em casos considerados como de difícil solução jurídica.

Mas quanto à morte ainda há resistência. Em relação à morte digna, considera-se hermeneuticamente, o mínimo existencial como parâmetro garantidor do direito à dignidade; a pessoa humana passa a ter tutelados e assegurados, assim, os direitos fundamentais indispensáveis à sua existência física e psíquicas dignas.

A morte digna ainda não está positivada em norma, mas encontra amparo na resolução Nº 1.995/2012, editada pelo Conselho Federal de Medicina, que garante por meio do chamado testamento vital a garantida à uma morte digna.

A dignidade, fundamentada no artigo 1, inciso III, da Constituição da República de 1988, preceitua que o Brasil se constitui em um Estado Democrático de Direito, que tem como um de seus fundamentos a dignidade da pessoa humana. Essa concepção liga-se à possibilidade de a pessoa conduzir sua vida e desenvolver sua personalidade de acordo com sua própria consciência, desde que não sejam afetados direitos de terceiros. Essa autonomia também pode alcançar os momentos finais da vida.

Quando se discute a morte digna, trata-se de uma situação em que se permite que o sujeito faleça, não por desleixo ou falta de cuidados, mas considera-se que o indivíduo, apesar dos tratamentos médicos disponíveis, está inevitavelmente diante de sua morte. Prolongar a vida, neste contexto, é prolongar o sofrimento, estendendo o processo do falecimento. Permitir ao sujeito com morte iminente que faleça não é privar-lhe do direito à vida, ou ferir seu direito à ela, mas é garantir sua dignidade. Não se pode confundir, portanto, que a morte digna ofenda a disponibilidade do direito à vida.

Direito algum é absoluto, sem o direito à vida., exigindo-se ponderação de valores na sua aplicabilidade. Portanto, diante de situações de doenças incuráveis, diante da terminalidade humana é possível a morte digna. O direito à vida, em consonância com o princípio da dignidade da pessoa humana, não é plenamente vivenciado com a simples ideia de deixar alguém viver. A vida tem de ser vivida, como já discutido, dignamente. Por tal razão, o direito à vida integra-se ao direito à qualidade de vida.

Desta feita, conforme as ponderações elaboradas, viver é muito mais do que apresentar uma existência meramente biológica, deve se levar em conta sua qualidade, sua dignidade. Resta evidente que, em conformidade com o ordenamento jurídico brasileiro, o princípio constitucional da dignidade da pessoa humana, erigido como fundamento basilar da Constituição Federal Brasileira de 1988, pode e deve ser evocado para suprir a lacuna legislativa quando houver pretensão e direito relativos à morte digna.

REFERÊNCIAS

BARROSO, Luís Roberto: **A morte como ela é**. Disponível em www.luisroberetobarroso.com.br último acesso 16.06.2017.

_____. **Bioética e Direitos Fundamentais**. São Paulo: Saraiva 2012.

_____. **A Dignidade da Pessoa Humana no Direito Constitucional Contemporâneo**: Natureza Jurídica, Conteúdos Mínimos e Critérios de Aplicação. Versão provisória para debate público. Mimeografado, dezembro de 2010.

DINIZ, Maria Helena. **O Estado Atual do Biodireito,** Ed. Saraiva, RJ. 1999.

GODINHO, Adriano Marteleto. **Testamento Vital, Mandato Duradouro e sua Admissibilidade no Ordenamento Brasileiro.** In*:* Revista do Instituto de Direito Brasileiro. Ano I, nº 2. Lisboa, Portugal. 2012. p. 945-978

KLEM, Maria Dias. **A Morte como condição da vida**. Disponível em: www.ensaiosfilosoficos.com.br/Artigos/Artigos último acesso em 19.06.2017

LOUREIRO, Claudia Regina Magalhães. **Introdução ao Biodireito**. Ed. Saraiva, RJ. 2008.

SARLET, Ingo Wolfgang. **Dignidade da pessoa humana e direitos fundamentais na Constituição Federal de 1988**. 9.ed. rev. atual. Porto Alegre: Livraria do Advogado editorial, 2012.

SCHAEFER, Fernanda. **Bioética, Biodireito e Direitos Humanos**. In: MEIRELLES, Jussara Maria Leal de. Biodireito em discussão. Curitiba: Juruá, 2008.

SÊNECA, Lúcio Anneu. **Consolação a Márcia**. Campinas, São Paulo: Pontes, 2016.

_____. **Sobre a brevidade da vida**. São Paulo: Nova Alexandria, 2014.

Faculdade
Novo Milênio
periodicosnovomilenio.com.br