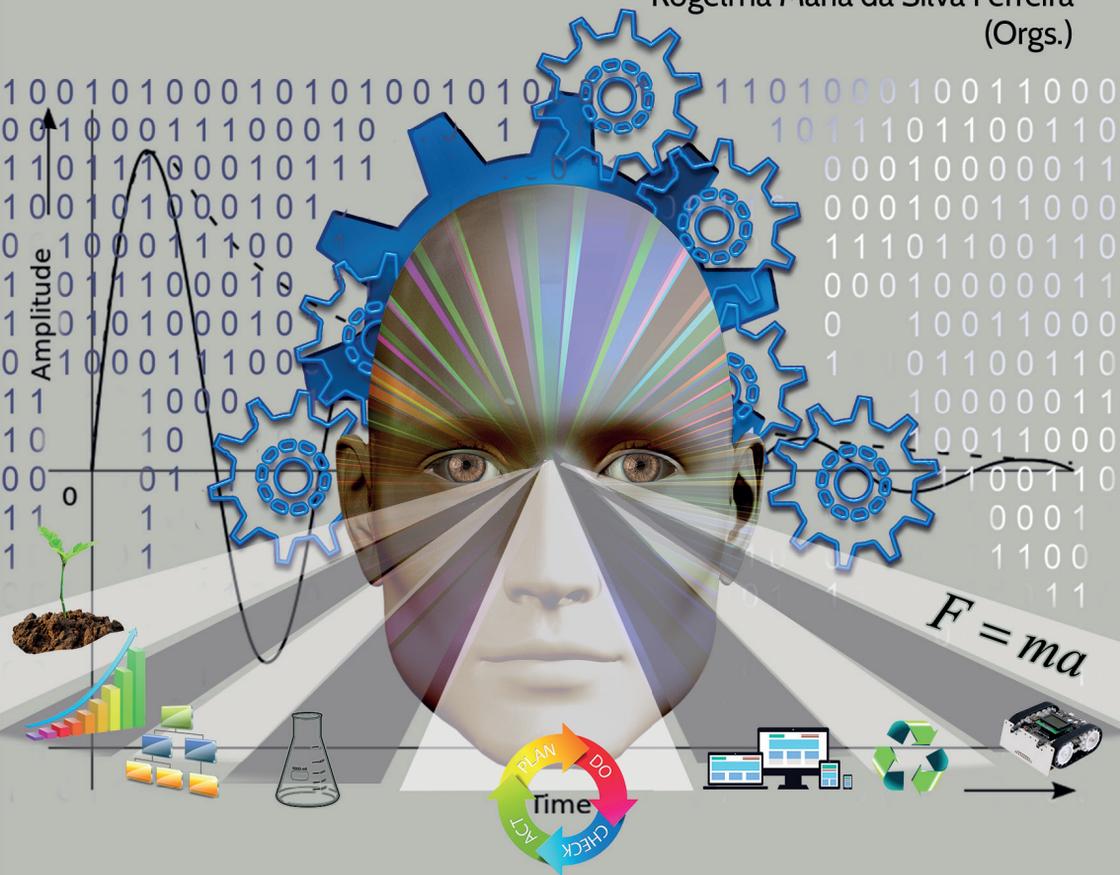


A ESTUDOS EM CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGICAS

Ivanoé João Rodowanski
João Soares de Oliveira Neto
Juliano Pereira Campos
Rogelma Maria da Silva Ferreira
(Orgs.)



Editora UFRB

Estudos em Ciências Exatas e Tecnológicas

REITOR

Fábio Josué Souza dos Santos

VICE-REITOR

José Pereira Mascarenhas Bisneto

SUPERINTENDENTE

Rosineide Pereira Mubarack Garcia

CONSELHO EDITORIAL

Ana Lúcia Moreno Amor

Josival Santos Souza

Luiz Carlos Soares de Carvalho Júnior

Maurício Ferreira da Silva

Paulo Romero Guimarães Serrano de Andrade

Robério Marcelo Rodrigues Ribeiro

Rosineide Pereira Mubarack Garcia (presidente)

Sirlara Donato Assunção Wandenolk Alves

Walter Emanuel de Carvalho Mariano

SUPLENTES

Carlos Alfredo Lopes de Carvalho

Marcílio Delan Baliza Fernandes

Wilson Rogério Penteadó Júnior

COMITÊ CIENTÍFICO:

(Referente ao Edital nº. 001/2020 EDUFRB – Coleção Sucesso
Acadêmico na Graduação da UFRB)

Ivanoé João Rodowanski

João Soares de Oliveira Neto

Juliano Pereira Campos

Rogelma Maria da Silva Ferreira

EDITORA FILIADA À



Associação Brasileira
das Editoras Universitárias

Ivanoé João Rodowanski
João Soares de Oliveira Neto
Juliano Pereira Campos
Rogelma Maria da Silva Ferreira
(Orgs.)

Estudos em Ciências Exatas e Tecnológicas



Editora UFRB
Cruz das Almas - Bahia/2021

Copyright©2021 by Ivanoé João Rodowanski, João S. de Oliveira Neto, Juliano Pereira Campos, Rogelma Maria da Silva Ferreira

Direitos para esta edição cedidos à EDUFRB.

Projeto gráfico, capa e editoração eletrônica:

Antonio Vagno Santana Cardoso

Revisão e normatização técnica:

Ivanoé João Rodowanski

A reprodução não-autorizada desta publicação, por qualquer meio, seja total ou parcial, constitui violação da Lei nº 9.610/98.

E82 Estudo em ciências exatas e tecnológicas / Organizadores:
Ivanoé João Rodowanski... [et al.] _ Cruz das Almas,
Bahia: EDUFRB, 2021.
280p.; il.

Esta Obra é parte da Coleção Sucesso Acadêmico na
Graduação da UFRB - Volume VI.

ISBN: 978-65-87743-18-9.

1. Ciências exatas – Ensino superior. 2. Ciências exatas – Tecnologia. I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. II. Rodowanski, Ivanoé João. III. Oliveira Neto, João Soares de. IV. Campos, Juliano Pereira. V. Ferreira, Rogelma Maria da Silva. VI. Título.

CDD: 338.06

Ficha elaborada pela Biblioteca Central de Cruz das Almas - UFRB.
Responsável pela Elaboração - Antonio Marcos Sarmento das Chagas (Bibliotecário - CRB5 / 1615).
(os dados para catalogação foram enviados pelos usuários via formulário eletrônico).

Livro publicado em 28 de maio de 2021.



Editora UFRB

Rua Rui Barbosa, 710 – Centro
44380-000 Cruz das Almas – Bahia/Brasil

Tel.: (75) 3621-7672

editora@reitoria.ufrb.edu.br

www.ufrb.edu.br/editora

www.facebook.com/editoraufrb

Apresentação

*Ivanoé João Rodowanski
João Soares de Oliveira Neto
Juliano Pereira Campos
Rogelma Maria da Silva Ferreira*

As evidências dos resultados da evolução científica e tecnológica estão presentes em praticamente tudo que faz parte do nosso cotidiano, seja nas Engenharias, Ciências Naturais, Humanas, Biológicas e na Educação. Este fato fez com que ocorresse uma evolução dos chamados “cursos tradicionais”, principalmente nas Engenharias, de forma que, se desmembrassem em cursos mais específicos (MEC, 2011). Para Castro (2010, p.307), historicamente os cursos de Engenharia surgiram devido à expansão do conhecimento científico e com sua aplicação na solução de problemas práticos. Posteriormente, a aplicação dos princípios básicos da Ciência na construção das máquinas e outras invenções, durante a Revolução Industrial, favoreceram o crescimento da Engenharia. Hoje, o cenário mundial demanda o uso intensivo da Ciência e Tecnologia, além de exigir profissionais altamente qualificados.

Conhecido como curso de primeiro ciclo por ofertar um conjunto elementar e compartilhado de componentes curriculares presentes em diversos cursos correlacionados, um bacharelado interdisciplinar é um curso de graduação que permite ao estudante construir sua trajetória educacional, reunindo diferentes disciplinas ofertadas de forma a conceder suporte teórico e prático. A versatilidade do curso propicia ao estudante o trânsito entre diversas áreas de conhecimento. O Bacharelado em Ciências Exatas e Tecnológicas (BCET), oferecido pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como um bacharelado interdisciplinar, permite que o discente vivencie a teoria

e a prática de várias áreas, vislumbrando orientar, formar e resgatar essa visão global dos profissionais, fornecendo conhecimentos básicos sólidos nas áreas das Ciências Exatas, proporcionando aos ingressos no curso a possibilidade de conhecer mais os elementos constituintes de campos do conhecimento distintos. Com isto, o curso torna-se um conjunto de opções de escolha dentro das áreas profissionais (MEC, 2011).

Devido ao caráter interdisciplinar de sua formação, o bacharel em Ciências Exatas e Tecnológicas poderá atuar em diferentes setores. Sendo um curso que permeia os diversos ramos do conhecimento, ele promove a capacidade de atuação ativa em equipes multidisciplinares.

Caso interesse, ao concluir o BCET, o discente poderá optar por permanecer na UFRB através do ingresso em uma das terminalidades oferecidas pelo Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da UFRB. As terminalidades, ou cursos de segundo ciclo, funcionam como um segundo curso de graduação. As disciplinas que compõem as terminalidades estão disponíveis aos alunos, desde que cumpridos os pré-requisitos. Portanto, caso o estudante deseje cursar uma terminalidade, poderá fazer escolhas voltadas para a sua formação posterior. O Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da UFRB possui atualmente seis terminalidades para o curso de Bacharelado em Ciências Exatas e Tecnológicas - Bacharelado em Matemática, Bacharelado em Física, Engenharia de Computação, Engenharia Elétrica, Engenharia Civil e Engenharia Mecânica. Caso tenha dúvidas com relação a escolha da terminalidade, o discente conta com um conjunto de disciplinas optativas, onde poderá escolher disciplinas das outras áreas.

Portanto, o Bacharelado em Ciências Exatas e Tecnológicas, com uma duração de três anos, possibilita ao aluno buscar um maior amadurecimento para a escolha de sua profissão, e ainda, conferirá

um diploma de Bacharel em Ciências Exatas e Tecnológicas, de nível superior com base necessária para futura profissionalização (MEC, 2011). Esta concepção para os profissionais formados pela Universidade Federal do Recôncavo de Bahia, no Curso de Bacharelado em Ciências Exatas e Tecnológicas, não significa que ele terá uma habilitação em uma área específica (Ex.: habilitação como Engenheiro, ou Bacharel em Física ou Matemática), mas que tenha a formação inicial para ir além das expectativas, podendo assim, complementar sua capacitação com mais um ou dois anos recebendo destarte as atribuições profissionais para uma determinada formação, como citado acima (MEC, 2011).

Para tanto, o Curso de Bacharelado em Ciências Exatas e Tecnológicas busca desempenhar um papel muito importante na sociedade em geral. Como papel na educação, tem a finalidade de proporcionar aos egressos uma postura crítica, intuitiva e imaginativa, buscando iniciativa ao desenvolvimento da criatividade e à capacidade de interpretar dados e resolver problemas. Um dos objetivos do BCET é atender às demandas advindas da realidade nacional e regional, procurando formar profissionais capazes de responder aos desafios que lhes serão postos. Como papel social, visa favorecer a comunidade, ampliando os caminhos hoje existentes para a criação de novos cursos, buscando fornecer ensino de qualidade e maior mobilidade acadêmica (MEC, 2011).

Assim, no BCET, o discente possui um período maior de adaptação no curso superior, sem o compromisso imediato de escolha da titulação e habilitação que vai exercer, fornecendo assim, juntamente com esse tempo maior para escolha, um maior conhecimento sobre as áreas que compõem coletivamente o Bacharelado em Ciências Exatas e Tecnológicas pode oferecer (MEC, 2011). Por fim, o curso fornece conhecimento básico para que o aluno possa buscar uma futura profissionalização, bem como,

ingressar em cursos especialização nas áreas das Ciências Exatas e Tecnológicas.

O material deste livro é uma coletânea de Trabalhos de Conclusão de Curso e trabalhos de Iniciação Científica, que foram produzidos por docentes e discentes do BCET. Refletindo a diversidade e o ambiente rico em conhecimento do curso, estes trabalhos reúnem pesquisas científicas, experiências acadêmicas e inovações tecnológicas que representam o sentido da proposta do curso de Bacharelado em Ciências Exatas e Tecnológicas, inserida no contexto de sinergia entre a Física, Química, Matemática e Engenharias. Desta maneira, temos um legado escrito, cujo conteúdo reflete o propósito original de formação de bacharéis em Ciências Exatas e Tecnológicas.

Referências

MEC. Ministério da Educação. **Projeto Pedagógico do Curso de Bacharelado em Ciências Exatas e Tecnológicas (PPC)**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Pró-Reitoria de Graduação. Coordenadoria de Ensino e Integração Acadêmica. Núcleo Didático-Pedagógico. 2011. Disponível em <https://www.ufrb.edu.br/cetec/images/documentos/Diversos/PPC%20BCET.pdf>

CASTRO, R. N. A. **Teorias do currículo e suas repercussões nas diretrizes curriculares dos cursos de engenharia**. In: EDUCATIVA, v. 13, n. 2, p. 307-322, 2010.

Sumário

Estudo do oscilador harmônico em sistemas acoplados <i>Emily Rocha dos Santos, Rogelma Maria da Silva Ferreira</i>	13
Estudo da interação predador-presa em dinâmica populacional <i>Fernanda Cruz Sayd de Souza, Rogelma Maria da Silva Ferreira</i>	27
Avaliação dos teores de metais em óleo usado em motocicletas <i>Sivanildo da Silva Borges, Laise Dias Silveira</i>	41
Corrosão de aço CA-50 em diferentes amostras de água <i>Sivanildo da Silva Borges, Paulo Victor Lopes</i>	55
Aquecedor solar com boiler construído com sucata de freezer <i>Sivanildo da Silva Borges, Layala Talita Carneiro de Matos</i>	71
Eficiência energética de gás de gaseificação de biomassa <i>Felipe Andrade Tores, Edvane Leite Bacelar Pereira</i>	85
Simulação termodinâmica utilizando biogás de aterro <i>Felipe Andrade Torres, Tâmilis Emily Nascimento Matos</i>	101
Análise de precisão de detectores e descritores em imagens <i>Samuel Rebouças de Jesus, Walber Conceição de Jesus Rocha, João Carlos Nunes Bittencourt</i>	117
Estudo do desempenho de diferentes rodas em um robô de sumô <i>Rafael Santos Mercês, Ivanoé João Rodowanski</i>	131
Aplicação de veículo operado remotamente na piscicultura <i>Leandro Oliveira Cecchin, Ivanoé João Rodowanski</i>	149
Proposta empreendedora para Cruz das Almas/BA <i>Carlos Alberto Tosta Machado, Thaís Da Silva Bitencourt</i>	165
Análise do processo gerencial de uma cooperativa <i>Carlos Alberto Machado Tosta, Gustavo Rodrigues Lopes</i>	183

Gestão diferenciada de RCC em Conceição do Almeida/BA <i>Bianca Sá Teles Andrade, Anaxsandra da Costa Lima Duarte</i>	201
Análise financeira em uma empresa familiar de hidroponia <i>Marisa Soares da C. Santos, Gilmar Emanuel Oliveira</i>	219
Planejamento estratégico da empresa LZ <i>Vanessa R. Santana, Gilmar E. S. de Oliveira</i>	237
Empreendedorismo universitário: o caso da +Paladar <i>Gustavo Rodrigues Lopes, Cristiane Agra Pimentel</i>	259
Sobre os autores	275

Estudo do oscilador harmônico em sistemas acoplados

*Emily Rocha dos Santos
Rogelma Maria da Silva Ferreira*

Introdução

Os fenômenos oscilatórios estão presentes nas mais diversas formas na natureza com aplicações em várias áreas do conhecimento, tais como, engenharia, química, física e biologia. O movimento descrito por um pêndulo de um relógio, o movimento de vibração descrito por uma corda de violão quando a tocamos, o movimento de um pistão em uma engrenagem de um automóvel, movimentos vibratórios de uma ponte ou edifício, rotação e vibrações moleculares, são exemplos de fenômenos de natureza oscilatória (PERRETO, 2004). O movimento oscilatório pode ser definido como um movimento periódico realizado por uma partícula quando a partícula é deslocada desta posição de equilíbrio através de uma força externa (HALLIDAY, 2009). O Movimento Harmônico Simples, pode ser compreendido como o movimento realizado por um corpo que oscila em torno de uma posição de equilíbrio, posição esta, na qual a resultante das forças atuantes é nula.

O estudo dos sistemas acoplados, ponto central deste trabalho, pode ser utilizado, por exemplo, na análise do movimento vibratório da molécula de dióxido de carbono CO_2 , visto que, a ligação entre o carbono e o oxigênio se dá pela presença de ligações duplas simétricas, podemos afirmar que o tipo de geometria da ligação é linear. Podemos considerar o sistema composto por três massas, sendo as massas das extremidades, ou seja, a massa do oxigênio

(O) denominada m , enquanto que a massa central, a massa do carbono (C), denominada por m_c . Deste modo, temos um sistema similar ao sistema de três graus de liberdade. Portanto, podemos obter os modos normais de vibração da molécula de CO_2 utilizando o método estudado neste trabalho (BUTKOV,1988). Podemos também compreender e analisar fenômenos ondulatórios existentes na natureza, como os abalos sísmicos, visto que, os fenômenos oscilatórios que ocorrem na natureza podem ser analisados, por exemplo, através das vibrações causadas pelos ventos que ocorrem em edifícios e pontes (ALVES,2012).

Neste trabalho ilustramos uma aplicação para sistemas acoplados com dois graus de liberdade. Em seguida, apresentamos os resultados do nosso estudo para um sistema com três graus de liberdade com a obtenção dos modos normais de vibração. Verificamos que podemos analisar o comportamento deste sistema utilizando o formalismo matricial para obtenção dos autovalores e autovetores do sistema estudado.

Método

Neste trabalho realizamos um estudo sobre oscilações em sistemas acoplados, analisando, inicialmente, um sistema massa - mola formado por dois blocos com massas, m_A e m_B , conectados por três molas cujas constantes são k_1 , k_2 e k_3 respectivamente, como mostrado na Figura 1.

Podemos analisar o movimento dos blocos A e B fazendo atuar sobre os mesmos forças externas que provoquem o deslocamento dos blocos em relação a posição inicial de equilíbrio. Quando atua sobre o bloco A uma força externa horizontal F_A orientada para a direita, e sobre o bloco B uma força horizontal F_B , também orientada para a direita, os blocos são deslocados e inicia-se o movimento oscilatório (CUNHA, 2012). Considerando $F_B > F_A$, quando os blocos

A e B são deslocados em x_A e x_B , respectivamente, temos que $x_B > x_A$. Desta forma, passam a atuar forças elásticas sobre os blocos devido ao alongamento e compressão das molas existentes. As forças que atuam em cada bloco estão representadas nos diagramas de corpo livre das Figuras 2.

Figura 1 – Sistema com dois osciladores acoplados.

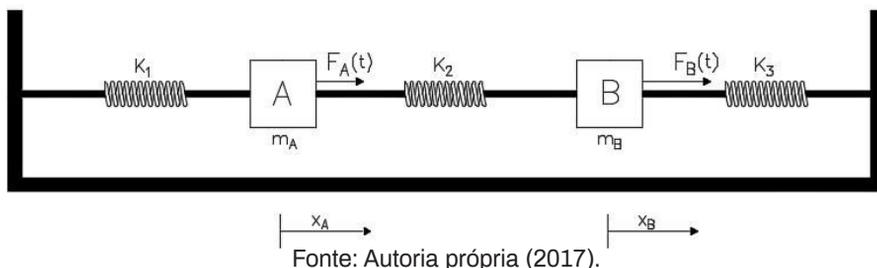
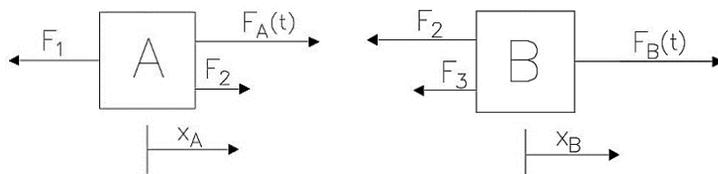


Figura 2 – Diagrama de corpo livre do bloco A e Diagrama de corpo livre do bloco B.



Fonte: Autoria própria (2017).

As forças F_1 , F_2 e F_3 são forças exercidas nos blocos pelas molas de constantes k_1 , k_2 e k_3 respectivamente. Para o caso em que $x_B > x_A$, temos que as molas k_1 e k_2 sofrem alongamento, enquanto a mola k_3 é comprimida. Podemos escrever as forças F_1 , F_2 e F_3 em função do deslocamento x_B e x_A ,

$$F_1 = k_1 x_A \quad (1)$$

$$F_2 = k_2 (x_B - x_A) \quad (2)$$

$$F_3 = k_3 x_B \quad (3).$$

Ao aplicarmos a segunda lei de Newton para o bloco A, encontramos

$$F_1 + F_2 + F_A(t) = m_A \ddot{x}_A \quad (4).$$

Onde \ddot{x}_A significa a derivada segunda da posição x_A em relação ao tempo t . Substituindo as Eqs. (1) e (2) na Eq. (4), obtemos,

$$(-k_1 - k_2)x_A + k_2x_B + F_A(t) = m_A \ddot{x}_A \quad (5).$$

similarmente, ao aplicarmos a segunda lei de Newton para o bloco B obtemos

$$-F_2 - F_3 + F_B(t) = m_B \ddot{x}_B \quad (6).$$

Onde \ddot{x}_B significa a derivada segunda da posição x_B em relação ao tempo t . Substituindo as Eqs. (2) e (3) na Eq. (6), obtemos

$$(-k_2 - k_3)x_B + k_2x_A + F_B(t) = m_B \ddot{x}_B \quad (7).$$

Utilizando a Eq. (5) e a Eq. (7) formam um sistema de equações diferenciais dado por.

$$\begin{cases} (-k_1 - k_2)x_A + k_2x_B + F_A(t) = m_A \ddot{x}_A \\ (-k_2 - k_3)x_B + k_2x_A + F_B(t) = m_B \ddot{x}_B \end{cases} \quad (8).$$

Podemos reescrever o sistema da Eq. (8), considerando inicialmente que as forças externas atuantes sobre os blocos são nulas $F_A(t) = F_B(t) = 0$. Assim, obtemos um sistema homogêneo de equações diferenciais.

$$\begin{cases} (-k_1 - k_2)x_A + k_2x_B = m_A \ddot{x}_A \\ (-k_2 - k_3)x_B + k_2x_A = m_B \ddot{x}_B \end{cases} \quad (9).$$

Podemos resolver o sistema de equações diferenciais dado pela Eq. (9) supondo as soluções $x_A(t) = ae^{\pm i\omega t}$ e $x_B(t) = be^{\pm i\omega t}$ onde a e b são constantes e ω é a frequência angular de oscilação do sistema. Derivando duas vezes a expressão para x_A e x_B ,

$$\ddot{x}_A(t) = -\omega^2 a e^{\pm i\omega t} \quad (10)$$

$$\ddot{x}_B(t) = -\omega^2 b e^{\pm i\omega t} \quad (11).$$

Para obtermos os modos normais de vibração do sistema da Figura (2), podemos reescrever o sistema da Eq. (9) utilizando as Eqs. (10) e (11),

$$\begin{cases} a(-k_1 - k_2)x_A + bk_2x_B = -m_A\omega^2 a \\ b(-k_2 - k_3)x_B + ak_2x_A = -m_B\omega^2 b \end{cases} \quad (12).$$

Para resolver o sistema dado pela Eq. (12) utilizaremos o método matricial para resolução de equações diferenciais lineares com coeficientes constantes (RILEY, 2002). Desta maneira, segue-se que,

$$\begin{pmatrix} k_1 - k_2 & k_2 \\ k_2 & -k_2 - k_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} = -\omega^2 \begin{pmatrix} m_A & 0 \\ 0 & m_B \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} \quad (13).$$

O sistema matricial dado pela Eq. (12) é do tipo $Au = \lambda u$, onde,

$$A = \begin{pmatrix} k_1 - k_2 & k_2 \\ k_2 & -k_2 - k_3 \end{pmatrix} \quad (14)$$

$$u = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} \quad (15)$$

$$\lambda = \omega^2 \begin{pmatrix} m_A & 0 \\ 0 & m_B \end{pmatrix} \quad (16).$$

Para um sistema homogêneo uma solução não trivial é encontrada quando o determinante da matriz formada pelos coeficientes do sistema é nulo (BUTKOV, 1988),

$$(A - \lambda I)u = 0 \rightarrow (A - \lambda I) = 0 \quad (17).$$

onde I a matriz identidade. Substituindo as Eqs. (14), (16) e a matriz identidade na Eq. (17), obtemos

$$\begin{pmatrix} k_1 - k_2 + m_A \omega^2 & k_2 \\ k_2 & -k_2 - k_3 + m_B \omega^2 \end{pmatrix} \quad (18).$$

Para simplificação do problema, podemos considerar $k_1 = k_2 = k_3 = k$, e $m_A = m_B = m$. Feito isto, podemos reescrever a matriz dada pela Eq. (18), como,

$$\begin{vmatrix} -2k + m_A \omega^2 & k \\ k & -2k + m_B \omega^2 \end{vmatrix} = 0 \quad (19)$$

$$\omega^4 - \frac{4}{k} \omega^2 + \frac{3k^2}{m^2} = 0 \quad (20).$$

Resolvendo a Eq. (20) podemos obter duas soluções para o valor de ω^2 : $\omega_1^2 = \frac{3k}{m}$ e $\omega_2^2 = \frac{k}{m}$. Assim, encontramos os modos normais de vibração do sistema, $\omega_1 = \sqrt{\frac{3k}{m}}$ e $\omega_2 = \sqrt{\frac{k}{m}}$. Podemos observar que existem dois modos normais de vibração dados por ω_1 e ω_2 . Se fizermos $\omega = \omega_1$, podemos reescrever a Eq. (19) como:

$$\begin{pmatrix} -2k + 3k & k \\ k & -2k + 3k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} = 0 \quad (21).$$

Deste modo, quando o sistema massa-mola oscila com a frequência angular ω_1 , obtemos $a = -b$. Portanto, os dois blocos oscilam com a mesma amplitude, mas em sentidos opostos (RILEY, 2002). Para o caso em que $\omega = \omega_2$, podemos reescrever a Eq. (19) como:

$$\begin{pmatrix} -2k + k & k \\ k & -2k + k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} = 0 \quad (22).$$

Deste modo, quando o sistema massa-mola oscila com a frequência angular ω_2 obtemos $a = b$, portanto, os dois blocos oscilam com a mesma amplitude e no mesmo sentido (CUNHA, 2012).

Resultados e discussões

Sistema com três graus de liberdade

Para calcularmos os modos normais de vibração para um sistema acoplado com três graus de liberdade poderíamos utilizar a segunda lei de Newton, obtendo o sistema de equações diferenciais e solucionando o mesmo como foi feito para sistemas acoplados com dois graus de liberdade. A solução para os modos normais de vibração também pode ser obtida utilizando os conceitos de energias presentes em um sistema oscilatório. No nosso estudo sobre modos normais de um sistema com três graus de liberdade, levaremos em conta a energia cinética e a energia potencial do sistema e consideraremos somente sistemas nos quais o potencial possui uma dependência da posição. Em geral, a energia potencial de um sistema em qualquer configuração particular depende das coordenadas da configuração, as quais não são necessariamente as posições. Contudo, no nosso estudo, o potencial não poderá depender das derivadas temporais

destas coordenadas, como por exemplo, o potencial $-\dot{q} \vec{v} \cdot \vec{A}$ usado na descrição do movimento de uma carga em um campo eletromagnético. Uma restrição adicional que colocaremos é que o potencial possui um mínimo local no ponto de equilíbrio. Fisicamente, esta é uma condição necessária e suficiente para o equilíbrio estável. Tomaremos a origem do potencial como um ponto de equilíbrio e com valor igual a zero.

Vamos denotar as coordenadas escolhidas para descrever a configuração do sistema por $q_i, i = 1, 2, \dots, N$. A coordenada q_i não precisa ser necessariamente a posição, podendo ser ângulo, por exemplo. Por conveniência, podemos definir que q_i é igual a zero no ponto de equilíbrio. As velocidades instantâneas de várias partes do sistema dependerão das derivadas temporais de q_i , denotadas por \dot{q}_i . Para pequenas oscilações as velocidades serão lineares em \dot{q} , e, conseqüentemente, a energia cinética total K deverá ser quadrática em \dot{q} . Isto inclui termos cruzados na forma $\dot{q}_i \dot{q}_j$ com $i \neq j$. A expressão geral para K poderá ser escrita como:

$$K = \sum_i \sum_j a_{ij} \dot{q}_i \dot{q}_j = \dot{q}^T A \dot{q} \quad (23).$$

Onde q_i é o vetor coluna $(q_1, q_2, \dots, q_N)^T$, N é real e a matriz A pode ser escolhida como sendo simétrica. Além disso, A é positiva, como qualquer matriz correspondente a energia cinética, isto é, tanto faz os valores diferentes de zero tomados por \dot{q}_i , a forma quadrática da Eq. (23) possui valores positivos.

Tomando agora a energia potencial, podemos escrever seus valores para a configuração q utilizando a expansão de Taylor em torno da origem $q = 0$,

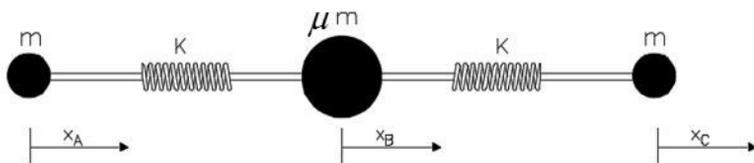
$$U(q) = U(0) + \sum_i \frac{\partial U(0)}{\partial q_i} q_i + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \frac{\partial^2 U(0)}{\partial q_i \partial q_j} q_i q_j + \dots \quad (24).$$

Contudo, temos escolhido, $U(0) = 0$ e assim, a origem é um ponto de equilíbrio, não existe força neste ponto, $\frac{\partial U(0)}{\partial q_i} = 0$. Conseqüentemente, para uma expansão até segunda ordem em q_i temos também uma forma quadrática, mas em coordenadas e não em suas derivadas em relação ao tempo,

$$U = \sum_i \sum_j b_{ij} \dot{q}_i \dot{q}_j = \dot{q}^T B \dot{q} \quad (25).$$

onde B é simétrica. Neste caso, e em geral, a exigência de que o potencial possua um mínimo significa que a matriz potencial B , como a matriz de energia cinética A , é real e positiva (BUTKOV, 1988).

Figura 3 – Sistema com três graus de liberdade.



Fonte: Autoria própria (2017).

Podemos analisar as frequências normais do sistema utilizando a energia cinética e a energia potencial do sistema. Consideraremos um sistema formado por três massas conectadas por duas molas iguais de constante k como ilustrado na Figura 3.

Podemos escrever a expressão para a energia cinética K utilizando a massa e a velocidade de cada partícula,

$$K = \frac{m \dot{x}_A^2}{2} + \frac{\mu m \dot{x}_B^2}{2} + \frac{m \dot{x}_C^2}{2} \quad (26).$$

onde $\dot{x} = v$. Reescrevendo a expressão para a energia cinética

dada pela $K = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} \dot{x}_A & \dot{x}_B & \dot{x}_C \end{pmatrix} \begin{pmatrix} m & 0 & 0 \\ 0 & \mu m & 0 \\ 0 & 0 & m \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \dot{x}_A \\ \dot{x}_B \\ \dot{x}_C \end{pmatrix}$ temos

$$(27)$$

com,

$$A = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} m & 0 & 0 \\ 0 & \mu m & 0 \\ 0 & 0 & m \end{pmatrix} \quad (28).$$

Considerando os deslocamentos de cada bloco, podemos escrever a energia potencial elástica U para o sistema com três graus de liberdade,

$$U = \frac{k}{2} (x_B - x_A)^2 + \frac{k}{2} (x_C - x_B)^2 \quad (29).$$

Podemos escrever uma expressão para a energia potencial elástica dada pela Eq. (29) do sistema utilizando o formalismo matricial. Desta forma,

$$U = \frac{k}{2} \begin{pmatrix} \dot{x}_A & \dot{x}_B & \dot{x}_C \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 \\ -1 & 2 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \dot{x}_A \\ \dot{x}_B \\ \dot{x}_C \end{pmatrix} \quad (30)$$

com,

$$B = \frac{k}{2} \begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 \\ -1 & 2 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix} \quad (31).$$

Utilizando a Eq. (28) e a Eq. (31), podemos calcular $|B - \omega^2 A| = 0$ e encontramos expressões para o valor da frequência natural ω . Fazendo $\lambda = \frac{m\omega^2}{k}$,

$$\begin{vmatrix} 1 - \lambda & -1 & 0 \\ -1 & 2 - \mu\lambda & -1 \\ 0 & -1 & 1 - \lambda \end{vmatrix} = 0 \quad (32).$$

resolvendo o determinante dado pela Eq. (32) obtemos três valores para λ ,

$$\lambda_1 = 0 \quad (33)$$

$$\lambda_2 = 1 \quad (34)$$

$$\lambda_3 = \frac{2}{\mu} + 1 \quad (35).$$

Portanto, obtemos os modos normais de vibração de um sistema com três graus de liberdade,

$$\omega_1 = 0 \quad (36)$$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (37)$$

$$\omega_3 = \sqrt{\frac{k}{m} + \left(1 + \frac{2}{\mu}\right)} \quad (38).$$

Podemos determinar os autovetores x_1 , x_2 e x_3 utilizando os valores de λ encontrados nas Eqs. (33), (34) e (35) e a matriz $|B - \omega^2 A| = 0$, fazendo,

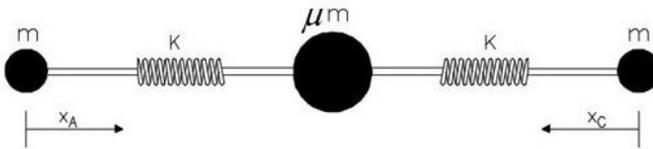
$$\begin{pmatrix} 1 - \lambda & -1 & 0 \\ -1 & 2 - \mu\lambda & -1 \\ 0 & -1 & 1 - \lambda \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_A \\ x_B \\ x_C \end{pmatrix} = 0 \quad (39).$$

Desta forma, reescrevendo a Eq. (39) para $\lambda = 0$, temos $x_A = x_B = x_C = 1$, portanto, obtemos (1,1,1). Do mesmo modo, reescrevendo a Eq. (39) para $\lambda = 1$, temos, $x_A = -x_C = 1$ e $x_B = 0$. Para $\lambda = \frac{2}{\mu} + 1$ obtemos (1,0,-1). Por fim reescrevendo a Eq. (39) para $\lambda = \frac{2}{\mu} + 1$, temos que $x_A = x_C$ e $x_B = -\frac{2}{\mu}x_A$. Portanto, obtemos $(1, -\frac{2}{\mu}, 1)$. Por fim, encontramos os autovetores x_1 , x_2 e x_3 ,

$$x_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad x_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}, \quad x_3 = \frac{1}{\sqrt{2 + \frac{4}{\mu^2}}} \begin{pmatrix} 1 \\ -\frac{2}{\mu} \\ -1 \end{pmatrix} \quad (40).$$

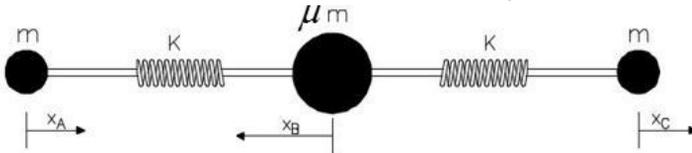
Com os valores obtidos para os autovalores λ e os autovetores, podemos analisar o comportamento dos deslocamentos de cada massa para cada modo normal de vibração encontrado.

Figura 4 – Oscilações para $\lambda = 1$.



Fonte: Autoria própria (2017).

Figura 5 – Oscilações para $\lambda = \frac{2}{\mu} + 1$



Fonte: Autoria própria (2017).

Para $\lambda = 0$, sendo a frequência natural de oscilação $\omega_1 = 0$, podemos analisar o movimento dos blocos através da Figura 3. Neste caso, quando a oscilação natural for $\omega_1 = 0$, as três massas irão oscilar de forma que os deslocamentos terão a mesma direção e sentido e ainda, mesma amplitude.

Para $\lambda = 1$, podemos analisar o movimento dos blocos através da Figura 4. Verificamos que para $\omega_2 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ as três massas irão oscilar de forma que o deslocamento da massa central x_B seja nulo, enquanto que o deslocamento das outras massas x_A e x_C possuem mesma amplitude e mesma direção, mas sentidos opostos.

Para $\lambda = \frac{2}{\mu} + 1$ podemos analisar o movimento dos blocos através da Figura 5. Verificamos neste caso que quando a oscilação natural for $\sqrt{\frac{k}{m} + \left(1 + \frac{2}{\mu}\right)}$ as três massas irão oscilar de forma que o deslocamento da massa central x_B no sentido oposto ao deslocamento das outras massas x_A e x_C e com amplitude de deslocamento x_B multiplicada pelo fator $\frac{2}{\mu}$, enquanto que o deslocamento das outras massas x_A e x_C possuem mesma amplitude, direção e sentido.

Conclusão

Neste trabalho, inicialmente, ilustramos uma aplicação para sistemas acoplados com dois graus de liberdade. Em seguida, apresentamos os resultados do nosso estudo para um sistema com três graus de liberdade com a obtenção dos modos normais de vibração. Verificamos que podemos analisar o comportamento deste sistema utilizando o formalismo matricial para obtenção dos autovalores e autovetores do sistema estudado. Portanto, utilizando os conceitos sobre os movimentos oscilatórios desenvolvidos neste trabalho concluímos que podemos compreender e analisar fenômenos ondulatórios existentes na natureza, como os abalos sísmicos. Por exemplo, podemos utilizar o estudo de movimentos oscilatórios, realizado neste trabalho, na compreensão do fenômeno de ressonância que ocorre em estruturas quando há propagação de ondas sísmicas, analisando os modos normais de vibração.

Referências:

PERRETO, M.; SAAVEDRA, N.; CUNHA, J. C. **Desenvolvimento de um sistema de aquisição e tratamento de dados para o estudo do movimento de um pêndulo**. Centro Universitário Positivo – Unicenp, Engenharia da Computação. Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2010.

ALVES, B. **A ação dos sismos sobre os edifícios**: Porque é que alguns edifícios não caem? Apresentação. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2012.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**, v. 2, 8. ed. Rio de Janeiro, LTC - Livros Técnicos e Científicos, 2009.

BUTKOV, E.:. **Física Matemática**, 1a ed., Rio de Janeiro, LTC - Livros Técnicos e Científicos, 1988.

CUNHA, J., P. **Mecânica Classica II - Oscilações 1** - Notas de Aula. Universidade de Coimbra, 2012.

RILEY K. F., Hobson, M. P., Bence, S. J. **Mathematical Methods for Physics and Engineering**. 2a ed., Cambridge University Press, 2002.

Estudo da interação predador-presa em dinâmica populacional

*Fernanda Cruz Sayd de Souza
Rogelma Maria da Silva Ferreira*

Introdução

O estudo de dinâmica de populações possui grande relevância na compreensão do desenvolvimento de uma população, sendo uma ferramenta fundamental na descrição da evolução espaço-temporal dos indivíduos. Através deste estudo podemos compreender, por exemplo, o crescimento, declínio e a formação de cardumes de peixes, colônias de formigas ou abelhas, e ainda, entendermos a dinâmica da população mundial.

A proposta de utilização da matemática para descrever o crescimento de uma população humana surgiu em 1798, com o economista e sacerdote inglês Thomas Robert Malthus (1766 - 1834), conhecida como modelo de Malthus, presente em sua obra "Ensaio sobre o Princípio da População". Neste modelo, Malthus afirma que a população mundial cresce em progressão geométrica enquanto os alimentos crescem em progressão aritmética (RAFIKOV, 2003), provocando um choque na opinião pública da época. Seu modelo assume que o crescimento de uma população é proporcional à população em cada instante, ou seja, não considera fatores limitantes de crescimento, além disso, considera que todos os indivíduos são idênticos, com o mesmo comportamento (RAFIKOV, 2003).

Mais tarde, em 1838, Pierre François Verhulst (1804 - 1849) propôs uma modificação do modelo de dinâmica populacional de Malthus, conhecido como modelo logístico. Verhulst considerou que a população, vivendo em um determinado meio, atingirá um nível de

saturação que, depois de alcançado, faz com que a população se estabilize, sendo este nível caracterizado pelo ambiente. Portanto, segundo o modelo de Verhulst, também conhecido como modelo logístico, a população possui um limite máximo de crescimento, que para tempos longos o número de indivíduos tenderia para o valor máximo, não havendo uma explosão do crescimento da população (SOBRINHO, 2015).

Na região extremo Sul da Bahia, a abacaxicultura tem se mostrado como uma das atividades agrícolas de importância relevante, estando presente na agricultura familiar da região. O controle sobre a dinâmica de crescimento das pragas que afetam plantações em geral, é feito através da utilização de inseticidas químicos, os quais apresentam riscos ambientais e de segurança do alimento, deste modo, o controle biológico faz-se uma alternativa promissora no manejo de tais pragas (DOS SANTOS, 2013). No caso da plantação de abacaxi, encontramos a cochonilha (*Dysmicoccus Brevipes*), sendo este tipo de praga, um inseto pequeno e sem asas, que se encontra presente, praticamente, em todo território brasileiro (CEINFO, 2017). Neste trabalho, estudaremos o controle biológico da cochonilha através da análise da atuação do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* sobre ninfas e adultos da cochonilha, utilizando o modelo de dinâmica populacional de Lotka-Volterra.

Inicialmente, apresentaremos o comportamento da interação entre duas espécies do tipo predador - presa, também conhecido como modelo clássico de Lotka-Volterra (BOYCE, 2006), que foram desenvolvidas, em 1925, pelo matemático Vito Volterra (1860 - 1940) e o biofísico Alfred J. Lotka (1880 - 1949). Volterra queria estudar um modelo que explicasse a relação entre as populações de peixes e tubarões no mar Adriático, enquanto Lotka iniciou seu trabalho sobre dinâmica populacional ao estudar reações químicas (SOBRINHO, 2015). Inicialmente as equações foram propostas separadas, porém

devido possuírem a mesma modelagem foram denominadas de modelo Lotka - Volterra. Este modelo teve por objetivo entender qual a razão da densidade das populações de predadores e presas aumentarem e diminuir ao longo do tempo. Por ser um modelo simples é considerado que ambas as espécies são homogêneas, ou seja, independe a idade e o sexo, além disso o predador alimenta-se exclusivamente da presa, enquanto a presa se alimenta de recursos disponíveis no ambiente (BOYCE, 2006). Neste modelo não é levado em conta fatores externos que limitem a população. O modelo proposto neste trabalho, é um pouco mais robusto, sendo este o modelo denominado plantaçã - hospedeiro parasitoide - predador o qual descreve a interação entre três espécies, onde a plantaçã é afetada pela presença do hospedeiro parasitoide, o qual sofre influência da plantaçã e do predador, que será considerado seu inimigo natural.

Método

Sendo a dinâmica populacional descrita matematicamente através de equações diferenciais, sabemos que em várias situações, não é possível obtermos as soluções exatas destas equações, muitas delas necessitando alterações para que possam ter solução analítica. Desta forma, a utilização de métodos numéricos e/ou uma análise qualitativa torna-se, neste caso, uma opção interessante e imprescindível para a análise dos fenômenos.

Neste trabalho utilizaremos os métodos numéricos de resoluções de equações diferenciais, denominados método de Euler e método de Runge-Kutta (quarta ordem). No método de Euler, o mais velho e mais simples de tais métodos, desenvolvido por Euler por volta de 1768, uma reta tangente pode ser usada para aproximar os valores de uma função em uma pequena vizinhança do ponto de tangência. Este método torna-se muito atraente por sua simplicidade,

porém o mesmo não é muito utilizado em cálculos importantes, pois apesar de simples, para a obtenção de bons resultados, verificamos que são necessárias várias iterações. Por outro lado, observamos que o método de Runge-Kutta, desenvolvido pelo matemático e físico Runge e pelo matemático Kutta, possui maior precisão (VALLE, 2012).

Modelo de Malthus

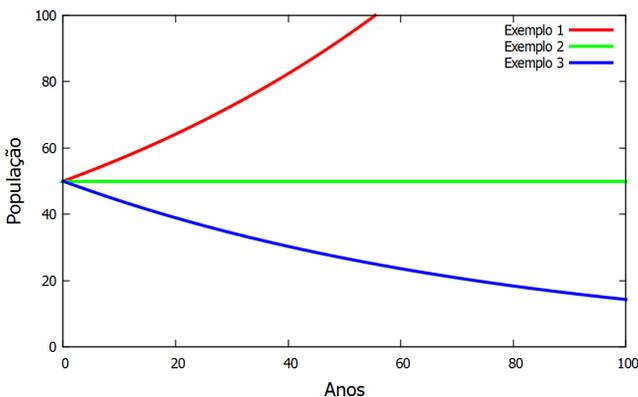
O Modelo de Malthus é dado pela seguinte equação diferencial (BOYCE, 2006),

$$\frac{dN}{dt} = aN \quad (1).$$

onde N descreve o número de indivíduos de uma determinada população num instante de tempo t e, a é a taxa de crescimento da população. Deste modo, no Modelo de Malthus, o crescimento populacional em relação ao tempo é proporcional ao número de indivíduos já existentes. Logo, quanto maior a população inicial, maior será o crescimento demográfico. Para a solução do Modelo de Malthus, encontramos a seguinte expressão analítica

$$N(t) = N_0 e^{at} \quad (2).$$

Figura 1 – Modelo de Malthus. $N_0 = 50, a_1 = 0,0125, a_2 = 0, a_3 = -0,0125$



Fonte: Autoria própria (2017).

sendo N_0 a população inicial. A taxa de crescimento da população está relacionada as taxas de natalidade e mortalidade da seguinte forma, $a = \alpha - \beta$ onde α é a taxa de natalidade e β a taxa de mortalidade (SETI, 1999). Portanto:

1. Se $\alpha > \beta$, temos um crescimento ilimitado da população, $a > 0$;
2. Se $\alpha = \beta$, a população se mantém constante, $a = 0$;
3. Se $\alpha < \beta$, a população decresce tendendo a zero, $a < 0$.

A longo prazo, o primeiro caso, pode não ser adequado, visto que o ambiente tem limitações, e assim, o crescimento populacional é eventualmente inibido pela falta de recursos essenciais. Atribuindo valores às constantes N_0 e a da equação de Malthus e analisando a Figura 1, verificamos que o exemplo 1 descreve um crescimento populacional, no exemplo 2 a população manteve-se constante e o exemplo 3 descreve um decréscimo populacional.

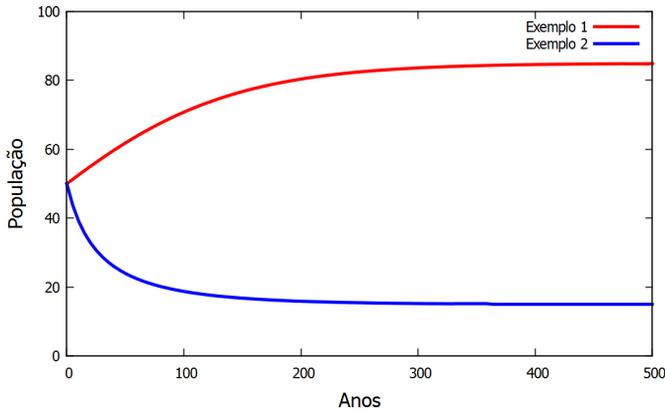
Modelo de Verhulst

O Modelo de Verhulst é dado pela seguinte equação diferencial (BOYCE, 2006),

$$\frac{dN}{dt} = aN(1 - N/K) \quad (3).$$

assim como no Modelo de Malthus, o modelo de Verhulst também descreve a quantidade de pessoas N em um determinado instante de tempo t . Contudo, neste modelo é utilizado a constante K , chamada de capacidade de suporte, a qual determina a capacidade máxima que determinado ambiente consegue sustentar (SETI, 1999). Observamos que ao incluir a expressão $(1-N/K)$, Verhulst evitou o crescimento ilimitado. Note que, se a população N for igual à capacidade

Figura 2 – Modelo de Verhulst. $N_0 = 50, \alpha = 0,0125, K_1 = 85, K_2 = 15$.



Fonte: Autoria própria (2017).

de suporte K , o crescimento será nulo e a população se manterá constante. Para a solução do Modelo de Verhulst, encontramos a seguinte expressão analítica,

$$N(t) = \frac{N_0 K}{N_0 + (K - N_0) e^{\alpha t}} \quad (4).$$

Ao relacionarmos a capacidade de suporte à população, observamos que:

1. Se $K > N_0$, haverá um crescimento demográfico até atingir a capacidade de suporte;
2. Se $K = N_0$, não haverá crescimento demográfico;
3. Se $K < N_0$, haverá um decrescimento demográfico até atingir a capacidade de suporte.

Atribuindo valores às constantes N_0 , α e K da equação de Verhulst e analisando a Figura 2, verificamos que o exemplo 1 descreve um crescimento populacional e o exemplo 2 descreve um decrescimento populacional.

Modelo de Lotka – Volterra

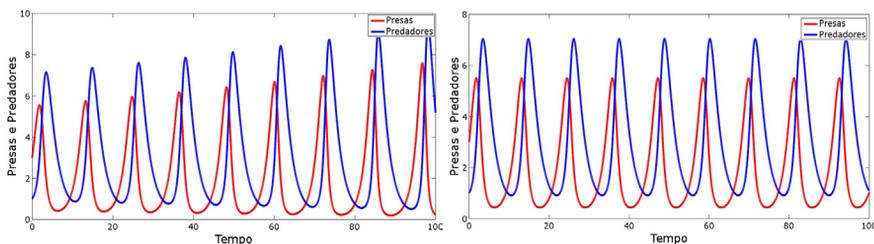
As equações de Lotka-Volterra são,

$$\frac{dx(t)}{dt} = Ax - Byx \quad (5)$$

$$\frac{dy(t)}{dt} = -Cy + Dyx \quad (6).$$

onde x representa o número de presas e y o número de predadores; A a taxa de crescimento populacional das presas, B a taxa de mortalidade das presas, C a taxa de mortalidade dos predadores e D a taxa de crescimento populacional dos predadores, sendo A , B , C e D constantes positivas (BOYCE, 2006).

Figura 3 – Solução periódica do modelo de Lotka-Volterra utilizando o método de Euler com $A = 0,75, B = 0,25, C = 0,5, D = 0,25$ e utilizando o método de Runge-Kutta com $A = 0,75, B = 0,25, C = 0,5, D = 0,25$.



Fonte: Autoria própria (2017).

Observando as equações vemos que, na ausência de predadores, o número de presas cresce segundo o modelo malthusiano, pois o termo Ax determina um crescimento exponencial, por outro lado, na ausência de presas, o número de predadores decresce segundo o modelo malthusiano, pois o termo $-Cy$ determina uma extinção exponencial. Os termos $-Byx$ e Dyx representam a interação entre as espécies. O termo $-Byx$ limita a expansão da população, visto

que quanto maior o número de predadores menor será a população de presas, enquanto que o termo *Dyx* compensa o decrescimento, visto que quanto mais presas existirem maior será a população de predadores (BOYCE, 2006).

Por serem equações que não possuem soluções exatas simples, podemos utilizar métodos numéricos para o estudo da solução destas equações. Para a aplicação do modelo de Lotka - Volterra utilizamos métodos numéricos de resolução de equações diferenciais, sendo eles o método de Euler e o método de Runge - Kutta (quarta ordem).

Na Figura (3) descrevemos o comportamento das populações de presas e de predadores, em função do tempo. Inferimos que, inicialmente, a população de presas é maior que a população de predadores, a qual em seguida apresenta um crescimento devido a disponibilidade de alimento. Por outro lado, um aumento do número de predadores representa um decrescimento do número de presas, deste modo a população de predadores atinge o ponto máximo, e conseqüentemente, devido à ausência de presas, decresce. Com a redução da predação, a população de presas retorna a crescer. Este ciclo se repete e, portanto, verificamos que o sistema é periódico.

Uma das limitações presentes no modelo de Lotka-Volterra é que a população de presas aumenta exponencialmente na ausência de predadores (SOBRINHO, 2015), deste modo a população possui um limite de crescimento. Além disso, o modelo de Lotka-Volterra considera que o nível de predação ocorre igualmente entre todos os indivíduos.

Resultados e discussões

Controle biológico aplicado ao cultivo do abacaxi

O abacaxi é um fruto bastante consumido no Brasil, sendo um dos maiores produtores. O cultivo do abacaxi é bastante lucrativo

desde que não apresente problemas devido a presença de pragas (NOVONEGÓCIO, 2017). Desta forma, o estudo de melhorias relacionadas ao cultivo e métodos que evitem ou reduzam a presença de pragas torna-se importante.

A praga cochonilha (*Dysmicoccus Brevipes*), (4) é um dos principais problemas relacionados ao cultivo do abacaxi, o sintoma causado por esta praga denomina-se murcha-do-abacaxi (DOS SANTOS, 2013), (SANTA CECÍLIA, 1991). Estes insetos localizam-se nas raízes e axilas das folhas, podendo também ser encontrada sugando a seiva dos frutos do abacaxi, eles atacam as folhas do abacaxi, alterando sua tonalidade e tornando-as ácidas e pálidas.

Figura 4 – Cochonilha (*Dysmicoccus Brevipes*) e Presença da cochonilha no fruto do abacaxi.



Fonte: Adaptado United States National Collection of Scale Insects Photographs (1984).

Os prejuízos causados pela murcha-do-abacaxi são observados na redução das colheitas, devido ao alto índice de plantas que morrem antes de terem frutificado (SANTA CECÍLIA, 1991). Um dos métodos de combate as cochonilhas é a imersão das mudas em calda inseticida, porém o uso de produtos químicos traz riscos para o ambiente e para o alimento. Desta forma, um outro método de combate às cochonilhas é através do controle biológico com a utilização do fungo *Beauveria bassiana* (DOS SANTOS, 2013). O fungo *Beauveria*

bassiana é usado comumente como inseticida biológico para controle de pragas e pode ser encontrado como ingrediente ativo em diversos produtos para controle biológico (DALZOTO, 2009).

O modelo plantação – hospedeiro parasitoide – predador

O modelo plantação - hospedeiro parasitoide - predador descreve a interação entre três espécies, onde a plantação é afetada pela presença do hospedeiro parasitoide, o qual sofre influência da plantação e do predador, que será considerado seu inimigo natural. No modelo estudado neste trabalho, esta relação pode ser descrita através das equações a seguir:

$$\frac{dX}{dt} = uX - vXY + wXZ \quad (16)$$

$$\frac{dY}{dt} = -rY + sXY \quad (17)$$

$$\frac{dZ}{dt} = fZ - gXZ + h \quad (18).$$

onde X representa a densidade de hospedeiros parasitoides, Y a densidade de predadores naturais exclusivos do hospedeiro e Z a densidade de plantação afetada somente pelo parasitoide e fatores ambientais. A constante u caracteriza a taxa de crescimento da população de hospedeiros parasitoides, a constante v a taxa de predação hospedeiro - predador, a constante w a taxa de reprodução do hospedeiro por planta comida, a constante r a taxa de mortalidade da população de predadores, a constante s a taxa de reprodução do predador por hospedeiro comido, a constante f a taxa de crescimento da plantação, a constante g a taxa de predação hospedeiro plantação

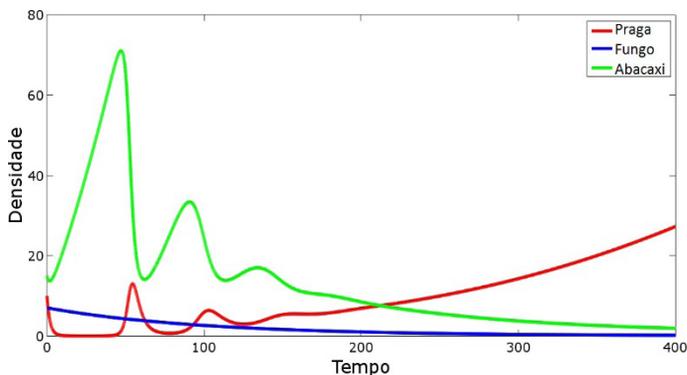
e a constante h representa o suporte à plantação, como os insumos agrícolas.

Neste trabalho as populações de plantação, hospedeiro parasitoide e predador correspondem as populações de plantação de abacaxi, praga cochonilha (*Dysmicoccus Brevipes*) e fungo (*Beauveria bassiana*), respectivamente.

Na Figura (5) descrevemos o comportamento das populações de plantação, hospedeiro parasitoide e predador em função do tempo. Desta forma, verificamos que a população que representa a plantação, sustenta a população de cochonilha (pragas), que, por sua vez, preserva a população de fungos, visto que esta depende da dinâmica da população de pragas.

Figura 5 – Populações de plantação, hospedeiro parasitoide e predador em função do tempo com.

$$u = 0,0001, v = 0,1, w = 0,013, r = 0,01, s = 0,0001, f = 0,01, g = 0,03, h = 1$$



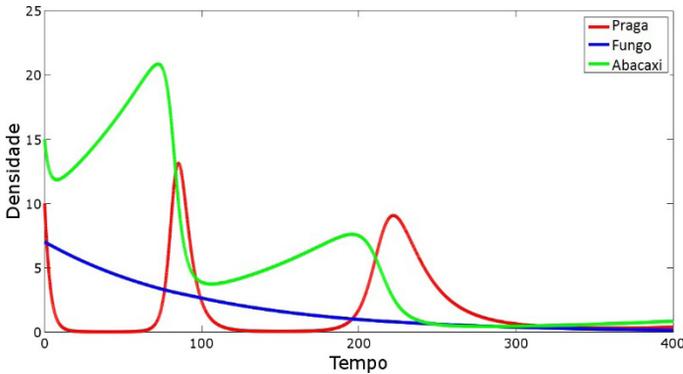
Fonte: Autoria própria (2017).

Na Figura (6) descrevemos o comportamento das populações de plantação, hospedeiro parasitoide e predador em função do tempo, considerando $h = 0$, ou seja, quando não há suporte à plantação. Neste caso, a plantação diminui sem a presença de insumos agrícolas, enquanto a praga aumenta sua população devido a redução da população de fungo. Os parâmetros para este gráfico

foram escolhidos de forma que aumentassem a largura dos picos para melhor visualização.

Figura 6 – Populações de plantaço, hospedeiro parasitoid e predador em função do tempo com .

$$u = 0,0001, v = 0,1, w = 0,03, r = 0,01, s = 0,0001, f = 0,01, g = 0,015, h = 0$$



Fonte: Autoria própria (2017).

Portando, podemos observar que ao alterarmos os parâmetros, as pragas continuam se adaptando a dinâmica da plantaço.

Conclusão

Neste trabalho estudamos a solução da equação de Lotka-Volterra. Analisamos a estabilidade do sistema predador - presa e verificamos que para uma quantidade inicial de presas e predadores, o sistema descreve uma trajetória fechada, a menos que seja perturbado por fatores externos. Verificamos também que a oscilação do número de predadores possui uma defasagem em relação às presas, isto é, os máximos e mínimos dos predadores ocorrem sempre um pouco depois dos máximos e mínimos das presas. A partir disso, estudamos a aplicação das equações de Lotka - Volterra no estudo do controle biológico de pragas no cultivo do abacaxi, sendo este prejudicado devido a presença da praga cochonilha, sendo uma das formas de

combater esta praga, a introdução do seu inimigo natural, o fungo *Beauveria bassiana*. Neste sentido, verificamos o comportamento da interação das populações presentes neste tipo de sistema. Portanto, observamos que a população de pragas se adapta à dinâmica da população que representa a plantação, enquanto que a população que representa os fungos, depende da dinâmica das pragas. Portanto, podemos concluir que, de acordo com os parâmetros escolhidos, as equações de Lotka - Volterra podem ser aplicadas no estudo do controle biológico de pragas.

Referências

BOYCE, W. E.; DIPRIMA, R. C., **Equações Diferenciais Elementares e Problemas de Valores de Contorno**. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

CEINFO. **Centro de Informações Tecnológicas e Comerciais para Fruticultura Tropical**. Disponível em <http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/index2.php>. Acesso em 13 de Jul de 2017.

RAFIKOV, M. **Aplicação dos modelos matemáticos no controle de populações**. Minicurso da Escola de Verão, Departamento de Física, Estatística e Matemática, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2003.

DALZOTO, P. R.; UHRY, K. F. **Controle biológico de pragas no Brasil por meio de Beauveria bassiana** (Bals.) Vuill. *Biológico*, São Paulo, v.71, n.1, 2009.

DOS SANTOS, L. H.; SANCHES, N. F.; CARVALHO, R. S. **Controle biológico da cochonilha do abacaxi *Dysmicoccus brevipes* pelo uso do fungo entomopatogênico Beauveria bassiana**. *Jornada Científica Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical*, Cruz das Almas, Bahia, v. 7, 2013.

NOVONEGÓCIO, **Plantação de abacaxi: 6 dicas para plantar abacaxi**. Disponível em <http://www.novonegocio.com.br/rural/plantacao-de-abacaxi/>. Acesso 25 de Jul de 2017.

SANTA CECÍLIA, L. V. C.; ROSSI, M. M. **Eficiência comparativa de alguns inseticidas e métodos de aplicação no controle da cochonilha-do-abacaxi**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 26, n. 6, 1991.

SETI, B. D.I; BETENCOURT, M. F. B.; ORO, N. T.; KRIPKA, R. M. L.; MUHL, V. J. L. **Estudo da dinâmica populacional usando os modelos de Malthus e Verhulst: uma aplicação à população de Passo Fundo**. Teoria e Evidência Econômica, v. 7, n. 12, 1999.

SOBRINHO, Altair S. de O.; OLIVEIRA, Camila F. de; KITA, Caroline M.; NATTI, Érica R. T.; NATTI, Paulo L. **Modelagem Matemática e Estabilidade de Sistemas Predador - Presa**. In. OLIVEIRA, A. C.; ALVES, G.; PRESTES, L. (Orgs). A Produção do Conhecimento nas Ciências Exatas e da Terra 2. Belo Horizonte. Atena Editora, 2019.

United States National Collection Of Scale Insects Photographs, Usda Agricultural Research Service, Bugwood.org disponível em: <https://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?> Acessado em: 25 de julho de 2017.

VALLE, Karine Nayara F. **Métodos Numéricos de Euler e Runge-Kutta**. Monografia. Graduação em Educação Matemática. Centro Universitário de Belo Horizonte. Belo Horizonte. 2012.

Avaliação dos teores de metais em óleo usado em motocicletas

*Sivanildo da Silva Borges
Laise Dias Silveira*

Introdução

Em 1885, foi produzida a primeira motocicleta com motor de combustão interna criada pelo alemão Gottlieb Daimler. Em torno de 1894, foi inaugurada a primeira fábrica de motocicleta na Alemanha, chamada Hildebrandt & Wolfmüller. As motocicletas chegaram ao Brasil no começo do século XX através da importação das motos europeias e algumas americanas (HISTÓRIA, 2019).

O motor de combustão interna transforma a pressão oriunda da queima da mistura ar-combustível para produzir movimento de rotação no motor (MARTINS, 2006). Os componentes que constituem o motor de combustão interna são divididos em dois grupos: os fixos e os móveis. Os fixos são compostos por: bloco do motor, cabeçote e o cárter. Já os móveis são: pistão, vela de ignição, biela, virabrequim, mancais, entre outros (TILLMANN, 2013).

Uma vez que os componentes móveis estão em atrito constante, são utilizados óleos lubrificantes para evitar desgastes excessivos. Os fluidos também aumentam o desempenho e o tempo de vida dos motores.

Os desgastes podem ocorrer de forma química ou física. O desgaste químico provém das reações que provocam a corrosão das peças enquanto que o desgaste físico é oriundo do atrito entre as peças metálicas, das altas temperatura e pressão.

A vida útil de um motor está diretamente relacionada com a manutenção dos seus componentes bem como a qualidade dos insumos utilizados (lubrificantes, combustíveis, fluidos refrigerantes, etc.).

Alterações significativas nos teores de metais (tais como Fe, Cr, Ni, Cu, Zn e V) normalmente presentes em óleos lubrificantes, após o uso em motores, podem revelar desgastes excessivos de peças e alertar para medidas paliativas, incluindo a atenção para a especificidade do lubrificante em função do tempo de vida das máquinas (FERREIRA, 2008 e SILVEIRA, COELHO, MOITA NETO, 2010).

Segundo Ferreira (2008) e Tillmann (2013), o óleo mineral é chamado de óleo lubrificante quando são misturados aditivos que permitem melhorias nas propriedades pré-existentes ou em propriedade(s) específica(s). A principal função do óleo lubrificante é minimizar o atrito entre os componentes dos motores. Mas também tem o papel de eliminar calor, diminuir ruídos do motor, vedar, limpar e remover partículas geradas pelo o atrito entre as peças.

De acordo Ferreira (2008) e Silveira, Coelho, Moita Neto (2010), é comum encontrar íons metálicos em óleos lubrificantes não usados tais como: Fe, Cr, Ni, Cu, Zn e V, sendo que as concentrações podem alcançar miligramas por litro. A frequência desses íons metálicos nos óleos se deve a duas fontes: ao processo de refino do petróleo, etapa em que são utilizados catalisadores no craqueamento catalítico; e da própria origem e prospecção do petróleo.

O óleo lubrificante contém aditivos que melhoram o desempenho de aplicações especiais. Nesse tipo de óleo estão presentes vários tipos de metais na forma de quelatos (dietilosfatos de Zn, Cd, Fe, Bi e Pb), acetilacetatos de alguns metais de transição (Ti, Mn, Fe, Co e Ni) ou na forma de óxidos, O-dialquil diaril ou alquil-aril-ditiofosato (DDP) de Zn, Ca, Ba, Ni, Sb, Bi, Cd, Fe e Pb. Dessa forma, os compostos são empregados com funções tais como: antioxidantes, inibidores de corrosão, agentes para operação em alta pressão, detergentes e dispersantes (FERREIRA, 2008).

Os motores são formados por anéis de pistões e espelho cilíndrico que trabalham utilizando lubrificação limítrofe onde metal-metal se atritam e impedem o acesso do filme lubrificante entre eles; e também na forma de lubrificação hidrodinâmica no qual forma uma película fina que cria pressão na superfície metálica, assim mantendo as partes separadas. Já no caso dos mancais de apoio do virabrequim e o apoio das bielas trabalham na forma de lubrificação hidrodinâmica. As peças de superfície dos came e dos tuchos das válvulas funcionam de forma que oscila de lubrificação entre limítrofe e o misto, que uma condição intermediária entre a lubrificação limítrofe e a hidrodinâmica (PEREIRA, 2015).

Esse trabalho tem como objetivo avaliar os teores dos metais zinco (Zn), ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn), cromo (Cr), alumínio (Al), chumbo (Pb) e cobalto (Co) em amostras de óleo lubrificante no período de sete meses após serem usados por 45 dias em quatro motocicletas, visando obter informações acerca do desgaste de peças dos motores.

Método

As amostras de óleo lubrificante foram adquiridas no comércio da cidade de Cruz das Almas – BA. Os ensaios foram realizados utilizando quatro motocicletas.

Os óleos utilizados foram Lubrax (Lote: 164345/3680558 e data de fabricação: 19/04/18 às 17h09min) e Mobil (Lote: T861217 e data de fabricação: 16/06/18 às 22h04min) ambos com viscosidade específica SAE 20W-50.

As características das motocicletas foram registradas levando em consideração a marca, modelo, ano, quilometragem, tipo de óleo usado, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Descrição das motocicletas selecionadas para os ensaios.

Moto	Ano	Quilometragem	Marca – Modelo	Óleo
1	2012	25.328 km	Honda Biz 125	Lubrax
2	2011	40.656 km	Honda Pop 100	Lubrax
3	2009	98.149 km	Honda Titan ES	Mobil
4	2013	17.134 km	Yamaha Fazer 150 ED	Mobil

Fonte: Autoria Própria (2019).

As trocas dos óleos foram realizadas em uma oficina mecânica local após 45 dias de uso. Os óleos já presentes nas motocicletas foram reservados para análise e as amostras foram denominadas de “Troca Zero” das respectivas motocicletas. As amostras foram transferidas para frascos plásticos transparentes de 100 mL adquiridos no comércio de Cruz das Almas. As sobras das amostras foram deixadas para descarte apropriado pelo proprietário da oficina mecânica.

As trocas dos óleos seguiram o cronograma apresentado na Tabela 2. As quilometragens das motocicletas foram registradas em todas as trocas. Porém, a motocicleta 3 estava com defeito no velocímetro o qual foi sanado na última troca.

Tabela 2 - Cronograma de troca do óleo.

Motocicleta	Quilometragem (km)				
	27/10/2018	15/12/2018	02/02/19	30/03/19	18/05/19
1	25.328	26.022	26.523	27.478	28.532
2	40.656	41.386	41.732	42.204	43.516
3	98.149	98.149	98.149	98.149	98. 414
4	17.134	17.777	17.902	18.487	19.649

Fonte: Autoria Própria (2019).

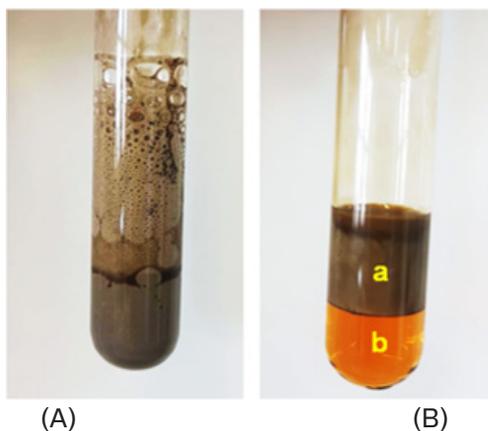
Depois de concluídos os ensaios, 22 amostras foram geradas: dez amostras de óleo Lubrax, dez amostras de óleo Mobil e uma de cada óleo (não submetidas às motos) para determinação dos teores originais de metais.

Para a determinação dos teores de metais nos óleos foram tomados 2 mL em triplicata das amostras brutas, medidas as massas por diferença e transferidos para 66 tubos de ensaio de vidro identificadas em ordem alfabética (Ex. A1, A2 e A3; B1, B2 e B3; etc).

A extração dos metais foi realizada por quebra de emulsão do óleo lubrificante seguindo o procedimento proposto por Bakircioglu, Kurtulus e Yurtsever (2012). Para tanto, foram preparados 100 mL de solução aquosa mista contendo 7,0 g de surfactante Triton X-114 (TX Vetec) e 10 mL de ácido nítrico (HNO_3 - Merck) 65%. Em seguida, foram misturado 2 mL de óleo lubrificante com 2 mL da solução mista: 7% em Triton X-114 (m/v) e 10% em HNO_3 (v/v). Após esta etapa, os 66 sistemas bifásicos foram agitados, gerando emulsões que foram submetidas ao banho-maria a 80°C até que se verificou a quebra das emulsões para todos os ensaios.

O resultado foi o surgimento de duas fases como pode ser observado na Figura 1. Uma fase superior contendo o óleo lubrificante e o surfactante (Figura 1A) e a fase aquosa inferior contendo o ácido com os metais extraídos (Figura 1B).

Figura 1 - Quebra de emulsão – amostra A3. (A) – Antes da quebra de emulsão. (B) – Depois da quebra de emulsão (a - Fase com óleo e surfactante; b - Fase aquosa rica em metais).



Fonte: Autoria Própria (2019).

A fase contendo os metais foi separada usando seringa hipodérmica de 5 mL equipada com tubo 30 cm de PTFE (politetrafluoretileno) com 0,8 mm de diâmetro interno.

O volume de fase aquosa foi de aproximadamente 1,5 mL. Este volume foi transferido para tubos Eppendorf de 1,5 mL que foram dispostas em uma placa de poliestireno com 66 perfurações adequadamente identificadas de acordo com as amostras. As soluções ácidas foram então encaminhadas para a determinação dos metais.

As amostras de óleo lubrificante foram analisadas para obtenção dos teores de zinco (Zn), ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn), cromo (Cr), alumínio (Al), chumbo (Pb) e cobalto (Co) por espectroscopia de emissão atômica com plasma induzido por micro-ondas. Para tanto, foi empregado equipamento Agilent 4200 MP-AES (Microwave Plasma - *Atomic Emission Spectroscopy* – (Espectrometria de Emissão Atômica com Plasma Induzido por Micro-Ondas). Os dados foram obtidos nos comprimentos de onda a seguir: Zn – (213,857) nm, Fe – (371,993) nm, Cu – (324,754) nm, Mn – (403,076) nm, Cr – (425,433) nm, Al – (396,152) nm, Pb – (405,781) nm e Co – (340,512) nm. A faixa dinâmica de trabalho da curva de calibração mista foi de 0,5 a 20 mg L⁻¹ para todos os metais.

Resultados e discussões

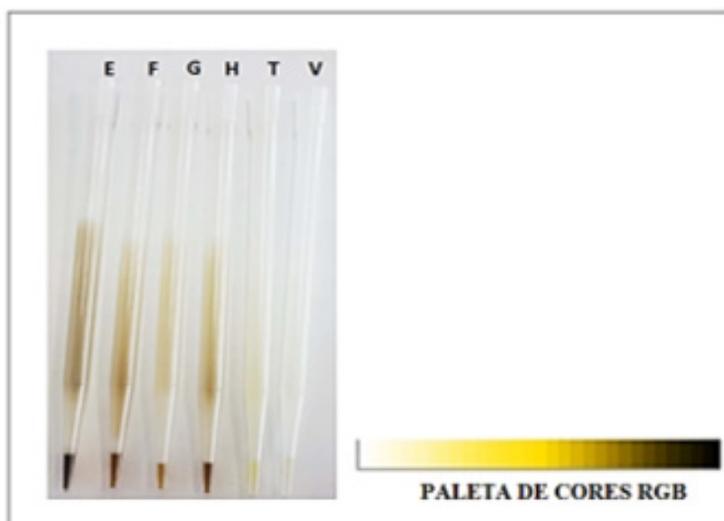
Caracterização do óleo lubrificante

As amostras de óleo lubrificantes adquiridas no comércio de Cruz das Almas apresentaram coloração caramelada. Porém, o lubrificante Mobil apresentava um pouco mais de transparência. Após os ensaios as características visuais dos óleos mudaram drasticamente independente da troca, quilometragem ou motocicleta em apreço quando as observações foram realizadas em recipientes

plásticos transparentes de 100 mL. Todas as amostras adquiriram uma coloração bastante escura e opaca. Segundo Oliveira (2019), esta mudança ocorre devido à limpeza do propulsor que leva ao acúmulo de impurezas no óleo. Adicionalmente, o óleo deve sofrer degradação em função das temperaturas alcançadas pelos motores (PEREIRA, 2015).

Quando a avaliação visual foi realizada em ponteiras utilizadas para a medida das massas das amostras, observou-se sensível diferença no aspecto das amostras, como mostrada na Figura 2.

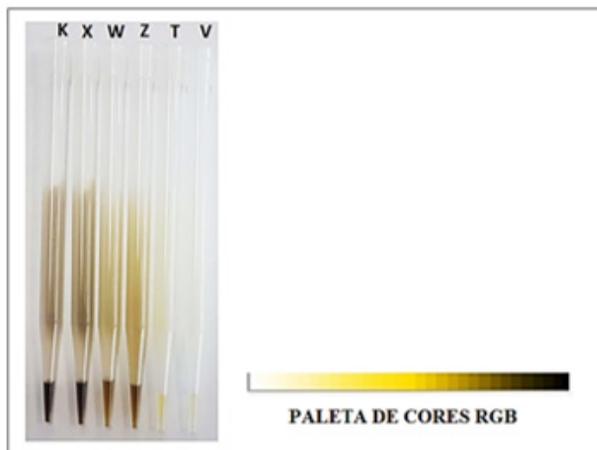
Figura 2 - Ponteiras com amostras de óleo da primeira troca. E – óleo Lubrax após 694 km (Biz 125); F – óleo Lubrax após 730 km (Pop 100); G – óleo Mobil sem registro da quilometragem (Titan 150); H – óleo Mobil após 643 km (Fazer 150); T - Óleo Lubrax original.



Fonte: Autoria Própria (2019).

Durante a quarta troca de óleo, o proprietário da motocicleta Titan 150 sanou o defeito do velocímetro e pôde-se fazer o registro da quilometragem. A Figura 3 apresenta as ponteiras com as amostras coletadas na quarta troca de óleo das motocicletas.

Figura 3 - Ponteiras com amostras de óleo da quarta troca. K – óleo Lubrax após 1054 km (Biz 125); X – óleo Lubrax após 1312 km (Pop 100); W – óleo Mobil após 265 km (Titan 150); Z – óleo Mobil após 585 km (Fazer 150); T - Óleo Lubrax original; V - Óleo Mobil.



Fonte: Autoria Própria (2019).

O óleo Mobil sofreu mudanças visuais menos drásticas que o óleo Lubrax. Esta afirmação se baseia na comparação entre as ponteiros H da Figura 2 (troca após 643 km) e Z da Figura 3 (troca após 585 km), ambas com o óleo Mobil, e a ponteira E da Figura 2 (troca após 694 km) com o óleo Lubrax. Apesar das trocas serem realizadas após as motocicletas rodarem quilometragens próximas, o óleo Lubrax teve mudança de coloração mais intensa. Adicionalmente, mesmo com a baixa quilometragem da motocicleta Titan 150 (265 km), o óleo da ponteira W da Figura 3, também com óleo Mobil, apresentou tonalidade próxima àquelas das ponteiros H e Z.

Teores de metais nas amostras de óleo lubrificante

Durante a análise das amostras de óleo lubrificante foram determinados os teores de zinco (Zn), ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn), cromo (Cr), alumínio (Al), chumbo (Pb) e cobalto (Co).

Os teores de chumbo (Pb) e cobalto (Co) foram todos abaixo do limite de detecção do equipamento empregado para as determinações.

Os teores de Zn, Fe, Cu, Mn, Cr e Al são apresentados na Tabela 3. As concentrações de zinco extrapolaram a faixa dinâmica de trabalho da curva de calibração (0,5 a 20 mg L⁻¹) para todas as amostras, inclusive para as amostras dos óleos originais. Assim, não foi possível uma inferência acerca da presença deste elemento na amostra original, tão pouco sobre a sua disponibilização após o óleo ter sido usado. Dos metais avaliados, apenas o Fe não foi detectado nas amostras originais.

Os elementos Mn e Cr apresentaram teores muito abaixo do limite mínimo das curvas de calibração. Segundo Silveira, Coelho e Moita Neto (2010), por esse motivo, não seria confiável tomá-los como modelo para uma avaliação criteriosa acerca tanto do desgaste do motor quanto para avaliação da degradação das amostras de óleo lubrificante. Os baixos teores são justificados em função dos baixos teores desses elementos nos motores, bem como pela maior inércia química desses metais (BROWN; BURSTEN; BURDGE, 2005).

Os elementos Cu e Al foram disponibilizados significativamente apenas em poucas amostras e também não foram selecionados para avaliações comparativas. O cobre está presente, por exemplo, na bronzina ou casquilho e anéis, já o alumínio é componente majoritário do bloco do motor. A disponibilização desses elementos sugere o desgaste dos referidos componentes e confirma o papel adicional do lubrificante em promover a remoção de impurezas.

As concentrações de Fe estiveram abaixo do limite de detecção para a análise do óleo original. Após uso pelas motocicletas, todas as amostras apresentaram teores de Fe que variaram de 0,096±0,009 (Titan 150) a 6,3±0,2 mg L⁻¹ (Pop 100). A disponibilização deste

elemento em todas as amostras de óleo lubrificante usadas pelas motocicletas se justifica uma vez que ele é majoritário em grande parte dos componentes dos motores.

Tabela 3 - Concentração de metais (mg L-1) em função a quilometragem.

Troca	Motocicleta	Km	Zn	Fe	Cu	Mn	Cr	Al
Zero	Biz 125	0	53±2	10,6±0,1	0,063±0,004	0,10±0,01	0,080±0,003	0,7±0,3
	Pop 100	0	83,2±0,4	0,56±0,08	ND**	0,048±0,002	0,063±0,001	0,415±0,007
	Titan 150	0	58±2	3,0±0,1	2,83±0,03	0,096±0,006	0,069±0,002	2,19±0,04
	Fazer 150	0	50±2	3,7±0,2	4,75±0,05	0,120±0,004	0,096±0,004	2,3±0,1
Primeira	Biz 125	694	93,1±0,3	6,0±0,2	0,044±0,001	0,053±0,002	0,062±0,001	0,43±0,04
	Pop 100	730	94±1	1,82±0,07	ND	0,049±0,002	0,067±0,001	0,75±0,04
	Titan 150	*	98±3	0,56±0,04	0,19±0,01	0,062±0,002	0,058±0,001	0,72±0,03
	Fazer 150	643	44,7±0,6	0,493±0,009	2,60±0,01	0,05993±0,0004	0,065±0,001	0,757±0,003
Segunda	Biz 125	501	90±2	3,49±0,02	ND	0,051±0,001	0,062±0,002	0,70±0,05
	Pop 100	346	90±2	1,32±0,09	ND	0,049±0,001	0,0774±0,0003	0,80±0,07
	Titan 150	*	94±2	0,47±0,02	ND	0,0697±0,0005	0,064±0,003	0,82±0,01
	Fazer 150	125	93±1	0,37±0,02	0,04±0,01	0,071±0,004	0,068±0,002	0,60±0,03
Terceira	Biz 125	955	79±3	5,6±0,1	0,0190±0,0002	0,051±0,002	0,0592±0,0006	0,54±0,02
	Pop 100	472	86,4±0,9	1,36±0,01	ND	0,053±0,002	0,080±0,003	0,90±0,02
	Titan 150	*	103±2	0,096±0,009	ND	0,061±0,001	0,0631±0,0009	0,79±0,04
	Fazer 150	585	78,5±0,1	0,05±0,01	0,02±0,03	0,0469±0,0003	0,057±0,001	0,47±0,02
Quarta	Biz 125	1054	105±1	3,74±0,06	ND	0,049±0,002	0,060±0,001	0,361±0,003
	Pop 100	1312	92,8±0,9	6,3±0,2	0,0385±0,0006	0,08409±0,0006	0,105±0,001	1,95±0,06
	Titan 150	265	93±2	1,22±0,05	0,0050±0,0007	0,06836±0,002	0,067±0,002	1,54±0,02
	Fazer 150	585	61,6±0,9	0,43±0,03	0,02811±0,00008	0,05524±0,0008	0,060±0,002	0,57±0,07
	Lubrax	-	86±2	ND	ND	0,044±0,001	0,0706±0,0007	0,43±0,02
	Mobil	-	87±5	ND	ND	0,063±0,002	0,062±0,001	0,44±0,01

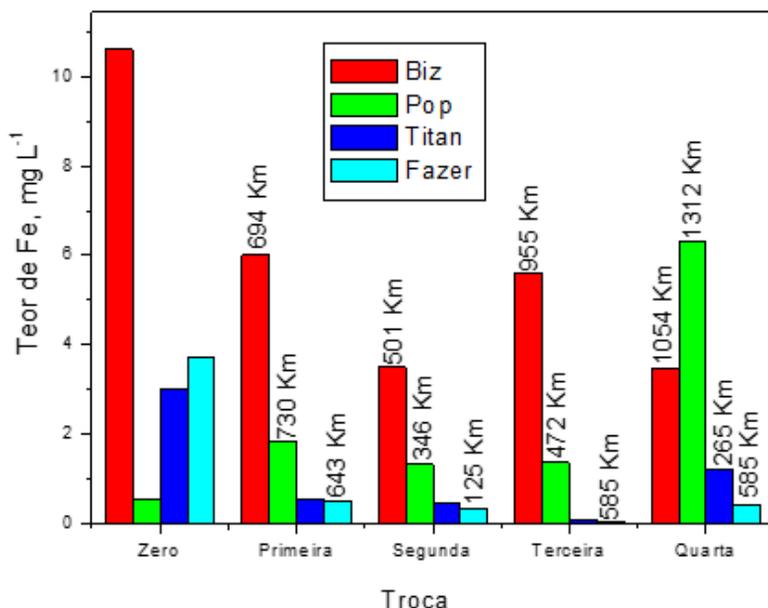
* Velocímetro com defeito

**ND – Não detectado

Fonte: Autoria Própria (2019).

A Figura 4 apresenta um gráfico de barras com as quilometragens rodadas e os teores de Fe para as trocas de óleo realizadas.

Figura 4 - Teor de ferro nas amostras de óleo lubrificante.



Fonte: Autoria Própria (2019).

A análise dos dados mostra que foi observado maior desgaste dos motores das motocicletas de cilindradas mais baixas, as quais usaram o óleo Lubrax, ou seja, liberação de maiores teores de Fe para as amostras para o período e quilometragem estudados. Por outro lado, as motocicletas que usaram o óleo Mobil eram de cilindradas mais altas liberaram menores teores de Fe. Provavelmente seus motores tenham maiores resistências físico-químicas que impedem o desgaste para baixas quilometragens percorridas. Isto pode ser justificado observando os dados decorrentes das análises das amostras do óleo Mobil na troca Zero que apresentaram teores de Fe mais elevados, sugerindo que as motocicletas haviam rodado uma quilometragem bem mais alta do que aquelas registradas durante os ensaios aqui apresentados.

Conclusão

A análise dos óleos lubrificantes selecionados mostrou aumento nos teores de vários metais em relação ao óleo original. Esse aumento foi devido ao desgaste pelo atrito entre as peças dos motores bem como devido ao desgaste pela ação corrosiva do óleo.

Os metais determinados foram zinco, ferro, cobre, manganês, cromo, alumínio, chumbo e cobalto. O cobalto e o chumbo ficaram abaixo do limite de detecção do equipamento. O zinco extrapolou a faixa dinâmica da curva de calibração para todas as amostras, inclusive aquelas dos óleos originais. O manganês e o cromo apresentaram teores muito abaixo do limite mínimo das curvas de calibração. Assim, somente o ferro, alumínio e o cobre apresentaram teores significativos.

A presença do cobre e do alumínio no óleo lubrificante usado indica o desgaste da bronzina e do bloco do motor se não for trocado no período indicado pelo fabricante.

O ferro se mostrou um bom marcador para o diagnóstico dos desgastes dos motores de todas as motocicletas, já que não foi detectado nos óleos originais e foi significativamente disponibilizado em todos os ensaios.

Os teores de ferro encontrados nas amostras foram influenciados pelo tipo de óleo lubrificante em apreço, pelas distâncias percorridas pelos veículos e, provavelmente, pelas características das motocicletas.

Apesar de o óleo Mobil apresentar pequena mudança visual e menores teores de ferro nas motocicletas mais potentes durante os ensaios é realmente importante que os proprietários de motocicletas obedeçam às especificações do fabricante referente à troca do óleo lubrificante. Pois, ficou evidente neste trabalho que rodar com óleo com troca vencida deve levar a prejuízos para os componentes do motor. Isto

porque além de o óleo perder a capacidade lubrificante, aumentando os desgastes pelo atrito, a degradação natural durante o uso deve tornar o fluido mais agressivo em relação à corrosão do motor.

Referências

BAKIRCIOGLU, Dilek; KURTULUS, Yasemin Bakircioglu; YURTSEVER, Selcuk. *Comparison of extraction induced by emulsion breaking, ultrasonic extraction and wet digestion procedures for determination of metals in edible oil samples in Turkey using ICP-OES. Food Chemistry.* p. 770-775. maio 2012.

BROWN, Theodore Lawrence; BURSTEN, Bruce Edward; BURDGE, Julia. **Química: a ciência central.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

FERREIRA, Heitor Breno Pereira. **Determinação de íons zinco em óleos lubrificantes por voltametria de redissolução anódica.** 2008. 85 f. Tese (Doutorado) - Curso de Química Analítica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

HISTÓRIA DA MOTO. **A história sobre duas rodas.** Disponível em: <https://www.viagemdemoto.com.br/historia_da_moto.htm>. Acesso em: 12 mar. 2019.

MARTINS, Jorge. **Motores de Combustão Interna.** 2. ed. Porto: Publindústria, 2006.

OLIVEIRA, Ricardo de. **Óleo do motor escuro, o que isso significa?** Disponível em: <<https://www.noticiasautomotivas.com.br/oleo-do-motor-escuro-o-que-isso-significa/>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

PEREIRA, Flávio Marcos de Melo. **Estudo da Degradação do Óleo Lubrificante em Motores Alimentados com Biodiesel B100.** 2015. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

SILVEIRA, Eva Lúcia Cardoso; COELHO, Ronaldo Cunha; MOITA NETO, José Machado. **Determinação de Metais em Óleos Lubrificantes, Provenientes de Motores de Ônibus Urbano, Utilizando a Faas.** *Química Nova*, São Paulo, v. 33, n. 9, 2010.

TILLMANN, Carlos Antônio da Costa. **Motores de Combustão Interna e Seus Sistemas.** Pelotas – RS: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFBA), 2013.

Corrosão de aço CA-50 em diferentes amostras de água

*Sivanildo da Silva Borges
Paulo Victor Lopes*

Introdução

A construção civil sempre esteve em constantes modificações ao longo da sua história. O surgimento ou aperfeiçoamento de técnicas construtivas vem possibilitando o planejamento e a finalização mais rapidamente de obras de grande porte seguras e versáteis. O ramo construtivo mundial está se adaptando ao crescimento tecnológico, buscando sempre maneiras de criar novos materiais e reduzir custos sem prejuízo na qualidade.

Os primeiros insumos empregados nas construções foram a rocha natural e a madeira (BASTOS, 2006). O ferro e o aço são de uso mais recente. A resistência e durabilidade são características fundamentais para que um material seja escolhido para a construção civil. A rocha natural apresenta boa resistência à compressão, porém, apresenta baixa resistência a tração. Os romanos atingiram boa estabilidade estrutural com arranjos espaciais peculiares nos seus famosos arcos (ALVAREZ, 2007). Os arranjos, contudo, eram limitados quando se pretendia projetar obras de grande porte. Já o aço apresenta boa resistência à tração, mas necessita de uma proteção contra corrosão (FERRAZ, 2003). Assim, o concreto armado surgiu para aliar as características da pedra natural e do aço.

As armaduras de aço estão suscetíveis a ataques mesmo antes de inseridas no concreto armado. Elas sofrem corrosão quando estão

armazenadas nas lojas e canteiros. No concreto, caso exista controle na relação água/cimento ou impedirmos a entrada de oxigênio, o processo de corrosão pode ser minimizado, aumentando a vida útil da estrutura metálica. A corrosão é capaz de afetar de forma drástica uma estrutura, necessitando de correções. Seja ela apenas uma intervenção, para recuperar a resistência, ou, em casos mais extremos, a demolição da estrutura.

A água é um insumo amplamente empregado e ainda muito necessário em vários processos na construção civil - na produção de blocos, tijolos, premoldados, argamassa, concreto, entre outros processos (RIBEIRO, 2002). Em se tratando do concreto armado, durante sua preparação a água serve de elemento propiciador da liga entre areia, brita, cimento e aditivos (quando houver) (LIMA, 2014). No processo de secagem do concreto a água é utilizada nas estruturas como agente de refrigeração para proporcionar uma cura livre de patologias, tais como trincas e fissuras (GASPAR, 1997). Nessas duas situações o meio aquoso é benéfico para as edificações.

A presença de água para além das etapas supracitadas se configura como um fator de risco estrutural. A água pode ser considerada como um veículo para o transporte de patógenos físico-químicos para o interior das estruturas edificadas. São raros os estudos que envolvam a avaliação do efeito de águas de diferentes fontes sobre a integridade do elemento metálico do concreto armado.

A qualidade dos materiais/insumos empregados tem uma relação inversamente proporcional com as patologias. Quanto menor for a qualidade do material, maior será ocorrência e a agressividade das patologias na obra. Tendo esta afirmação como premissa, o foco deste trabalho é a ação de amostras de água sobre a integridade de uma amostra de aço para construção civil.

Método

Amostras

As amostras de água foram coletadas em diferentes fontes e cidades da Bahia. Estabeleceu-se um total de oito amostras de água que foram acondicionadas adequadamente em recipientes plásticos de dois litros:

Amostra 1 - água deionizada;

Amostra 2 - água mineral coletada em um bebedouro do Campus da UFRB de Cruz das Almas;

Amostra 3 – água de cisterna de captação pluvial da cidade de Riachão do Jacuípe;

Amostra 4 – água de poço artesiano da cidade de Sapeaçu;

Amostra 5 - água de poço artesiano da cidade de Cruz das Almas;

Amostra 6 – água do Rio Jacuípe, do trecho que passa pela cidade de Riachão do Jacuípe;

Amostra 7 – água de abastecimento da Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA) da cidade de Riachão do Jacuípe;

Amostra 8 - água de abastecimento da Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA) da cidade de Cruz das Almas.

O aço selecionado para os ensaios de corrosão consistiu de vergalhão CA-50 com diâmetro de 8 mm (5/16”), o qual foi adquirido no comércio de Cruz das Almas - BA. Os ensaios foram conduzidos em triplicata. Para tanto, foram cortados 24 seções de 5,0 cm do vergalhão. As seções foram protegidas com filme de PVC para evitar a exposição ao ar.

As seções de aço foram pesadas em balança analítica de precisão de 0,0001 g antes dos ensaios de corrosão para aferir a perda de massa após os ensaios de corrosão. As massas das seções de aço podem ser vistas na Tabela 1.

Tabela 1- Massa dos vergalhões de aço antes dos ensaios de corrosão.

Amostras de aço	Peso 1 (g)	Peso 2 (g)	Peso 3(g)
Amostra 1	19,1356	19,4455*	19,258
Amostra 2	19,0092	18,924	19,0375*
Amostra 3	19,1916	19,2575	19,3953
Amostra 4	19,363	19,2037*	19,2929
Amostra 5	19,2519*	19,6086	19,4239
Amostra 6	19,0723	19,4624*	19,2361
Amostra 7	19,5196	19,4498*	19,1388
Amostra 8	19,2285*	18,4813	18,6736

*Aço pré-oxidado.

Fonte: Autoria própria (2018).

A análise visual das barras de aço antes da montagem do ensaio levou à constatação da existência de pontos de oxidação em algumas delas. Essas barras não sofreram qualquer tratamento prévio para retirada do óxido presente na superfície para simular as situações reais de uso do aço na construção civil. Na maioria das vezes os vergalhões ficam expostos ao tempo e é evidente a oxidação dos mesmos antes de serem empregados nas estruturas. Assim, as barras de aço na condição supracitada foram identificadas com um asterisco (* - Tabela 1) para inferências durante as discussões quantitativas.

Medida de pH e condutividade

O pH das amostras de água foi medido usando o pHmetro TECNAL, TEC-3 MP. Para medir a condutividade foi usado o condutímetro InsMart, bancada mCA. Uma porção de cada amostra foi separada em béquer de 50 mL para realização das medidas.

Para medir o pH das amostras de água após os 39 dias de ensaio foram utilizadas fitas indicadoras de pH.

Teores de cálcio, potássio, magnésio e sódio

As amostras de água foram analisadas para obtenção dos teores de sódio (Na), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) por espectroscopia de emissão atômica com plasma induzido por micro-ondas. Para tanto, foi empregado equipamento Agilent 4200 MP-AES (Microwave Plasma - *Atomic Emission Spectroscopy* – Espectrometria de Emissão Atômica com Plasma Induzido por Micro-Ondas). Os dados foram obtidos nos comprimentos de onda: Na – 588,995 nm , K – 766,491 nm , Ca – 616,217 nm e Mg – 385,213 nm.

Ensaio de corrosão

Os ensaios de corrosão foram conduzidos em erlenmeyer de 250 mL. Os recipientes foram devidamente identificados e receberam 100 mL das amostras de água. Logo em seguida, as seções de aço foram cuidadosamente acomodadas nos recipientes.

Os erlenmeyers foram vedados com filme elástico aderente (PARAFILM®) para evitar contaminação. Durante 39 dias, foi feito o acompanhamento fotográfico. Após este período, o metal foi escovado e lavado para retirar o produto da corrosão aderido à superfície metálica. Em seguida, as barras de aço ficaram em repouso por 2 horas para permitir a secagem. Após esta etapa, foram medidas as massas das 24 seções de aço.

Resultados e discussão

Caracterização das amostras de água

A amostra do Rio Jacuípe apresentou leve turvação e presença de material particulado sobrenadante. As demais amostras eram incolores e, visualmente, não apresentavam material particulado. As oito amostras de água coletadas não passaram por tratamento prévio e foram diretamente submetidas à análise de pH e condutividade.

O pH foi aferido com eletrodo combinado de vidro imediatamente antes dos ensaios. Os dados obtidos são apresentados na Tabela 2. Os valores de pH variaram entre 4,34 (Poço de Sapeaçu) e 7,65 (Pluvial). Após os ensaios, foi usada fita indicadora de pH para as medidas, evitando quaisquer danos à célula do pHmetro devido aos produtos da corrosão presentes nas amostras de água. As medidas de pH variaram de 5 (EMBASA - Riachão do Jacuípe) a 7 (Poço de Sapeaçu e água deionizada) conforme a Tabela 3.

As medidas de condutividade são apresentadas na Tabela 2. O valor mais baixo foi de 3,07 $\mu\text{s/cm}$ referente à água deionizada e o valor mais alto foi de 1225,00 $\mu\text{s/cm}$ referente à amostra de poço da cidade de Sapeaçu.

Tabela 2 - Condutividade e pH das amostras de água.

Amostras de água	CONDUTIVIDADE ($\mu\text{s/cm}$ a 25°C)	pH
Amostra 1(Desionizada)	3,07	5,45
Amostra 2(Mineral)	48,03	5,31
Amostra 3(Pluvial)	151,8	7,65
Amostra 4(Poço - Sapeaçu)	1225	4,34
Amostra 5(Poço - Cruz das Almas)	792,2	4,5
Amostra 6 (Rio Jacuípe)	1093	6,25
Amostra 7 (EMBASA - Riachão do Jacuípe)	683,3	6,64
Amostra 8(EMBASA - Cruz das Almas)	297,8	5,75

Fonte: Autoria própria (2018).

Tabela 3 - pH das amostras de água após os ensaios.

Amostras de água	pH
Amostra 1(Deionizada)	7
Amostra 2(Mineral)	6
Amostra 3(Pluvial)	6
Amostra 4(Poço - Sapeaçu)	7
Amostra 5(Poço - Cruz das Almas)	6
Amostra 6 (Rio Jacuípe)	6
Amostra 7 (EMBASA - Riachão do Jacuípe)	5
Amostra 8(EMBASA - Cruz das Almas)	6

Fonte: Autoria própria (2018).

Teores de Ca, K, Mg e Na

A Tabela 4 apresenta os teores dos principais íons que podem influenciar na força iônica do meio e, conseqüentemente, no efeito corrosivo das amostras de água sobre a amostra de aço. Como esperado e expresso pelas condutividades das amostras de água desionizada e mineral, os teores de íons alcalinos e alcalinos terrosos avaliados não foram expressivos. As demais amostras apresentaram pelo menos um íon com concentração que extrapolou o limite máximo da curva de calibração (10 mg L^{-1}).

Tabela 4 - Teores de Ca, K, Mg e Na nas amostras de água.

Amostra	Ca (mg L^{-1})	K (mg L^{-1})	Mg (mg L^{-1})	Na (mg L^{-1})
1 (Desionizada)	ND	ND	ND	ND
2 (Mineral)	ND	ND	$0,757 \pm 0,008$	$5,9 \pm 0,1$
3 (Pluvial)	> 10	$3,13 \pm 0,02$	$0,785 \pm 0,007$	$5,0 \pm 0,2$
4 (Poço - Sapeaçu)	$6,03 \pm 0,07$	$41,8 \pm 0,2$	> 10	$0,486 \pm 0,002$
5 (Poço - Cruz das Almas)	> 10	$17,73 \pm 0,06$	> 10	$0,457 \pm 0,003$
6 (Rio Jacuípe)	> 10	$6,75 \pm 0,01$	> 10	$0,459 \pm 0,002$
7 (EMBASA - Riachão do Jacuípe)	> 10	$5,2 \pm 0,1$	> 10	$0,553 \pm 0,004$
8 (EMBASA - Cruz das Almas)	> 10	$2,09 \pm 0,04$	$9,9 \pm 0,1$	> 10

ND – Não detectado.

Fonte: Autoria própria (2018).

Ensaio de corrosão

Análise qualitativa

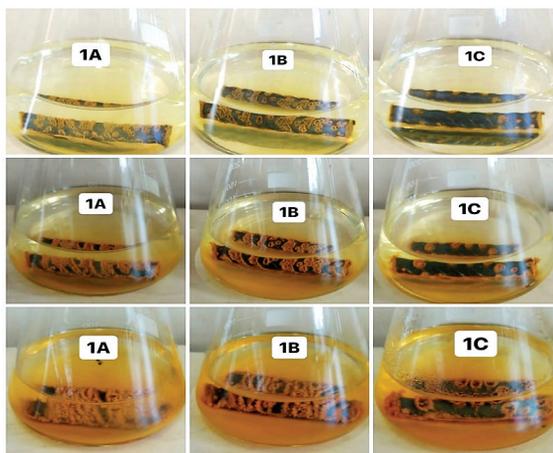
Em uma primeira aproximação, foi feita uma análise visual dos efeitos corrosivos decorrentes da exposição da amostra de aço modelo às diferentes amostras de água. Todos os ensaios levaram à intensa corrosão do aço de acordo com o aspecto adquirido pelo meio aquoso.

A seguir são apresentados e discutidos resultados para exposições por 2, 16 e 39 dias. As replicatas das amostras foram identificadas pelas letras A, B e C.

Independente do ensaio em apreço, os efeitos corrosivos já foram evidenciados desde os primeiros dias de exposição. Estes efeitos são caracterizados pela nítida mudança de coloração do meio aquoso para um alaranjado peculiar à formação de produtos da oxidação do ferro. Ao longo dos dias estes produtos se dispersaram produzindo gradientes de coloração/concentração nas proximidades dos segmentos metálicos. A produção e dispersão dos produtos de oxidação foram reproduzidos nas replicatas, porém, houve dinâmica diferenciada entre as amostras.

Amostra 1 (Água deionizada): O ensaio com água deionizada apresentou corrosão severa já no segundo dia de exposição em toda a extensão metálica (Figura 1). Isso pode ser explicado pela acidez da água deionizada por íon. O produto da oxidação foi volumoso e se dispersou para longe da superfície metálica ao longo dos dias.

Figura 1 - Ensaio corrosivos com a Amostra 1. Primeira linha: segundo dia. Segunda linha: décimo sexto dia. Terceira linha: trigésimo nono dia.



Fonte: Autoria própria (2018).

Amostra 2 (Água mineral): A dinâmica de oxidação do ensaio com água mineral foi bem parecida com o ensaio com água deionizada. Contudo, nos primeiros dias houve lenta oxidação e distribuição dos produtos gerados. Por outro lado, quando se considera tempos mais prolongados de exposição, percebeu-se aumento pronunciado da dispersão. Foi visível a desagregação da camada de ferrugem por quase toda a superfície da barra metálica.

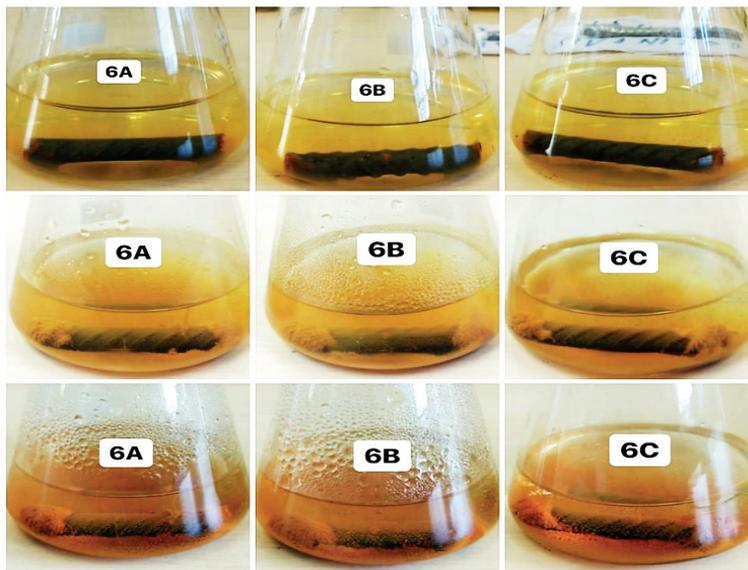
Amostra 3 (Água Pluvial, Riachão do Jacuípe): O ensaio com amostra de água da chuva apresentou dinâmica de oxidação irregular sobre a superfície metálica. Este comportamento foi observado desde os primeiros dias de exposição. Com 16 dias é nítida a presença de regiões do metal que quase não foram atacadas e outras regiões severamente oxidadas independente da replicata considerada.

Amostra 4 (Água de poço, Sapeçu): O aparecimento da coloração alaranjada foi lento neste ensaio, quase não sendo percebida no segundo dia de exposição. Dentre os experimentos este foi o que apresentou a dinâmica de oxidação mais regular, tanto no que se refere à distribuição do produto de oxidação sobre a superfície metálica quanto à comparação entre as replicatas.

Amostra 5 (Água de poço, Cruz das Almas): A dinâmica deste ensaio foi bem semelhante àquela da Amostra 4 que pode ser explicado por se tratar da mesma fonte – poço, entretanto, apresentou uma camada mais densa e um alaranjado mais escuro.

Amostra 6 (Água do Rio Jacuípe, Riachão do Jacuípe): A dinâmica de oxidação deste ensaio foi diferente das demais. A corrosão ocorreu seletiva e predominantemente nas extremidades do aço, onde a barra foi cortada (Figura 2). Ao longo dos dias constatou-se uma tendência de avanço da oxidação das extremidades para o centro da barra. A menor intensidade de oxidação na superfície longitudinal da barra de aço sugere que a amostra de água do rio não foi capaz de vencer completamente a camada de passivação da superfície metálica no tempo aqui avaliado.

Figura 2 - Ensaios corrosivos com a Amostra 6. Primeira linha: segundo dia. Segunda linha: décimo sexto dia. Terceira linha: trigésimo nono dia.



Fonte: Autoria própria (2018).

Amostra 7 (Água da Embasa, Riachão do Jacuípe): O ensaio com a amostra de água de abastecimento da cidade Riachão do Jacuípe apresentou dinâmica semelhante àquela observada para água de rio. A única diferença observada foi o aparecimento de uma zona de oxidação no centro das barras. Este comportamento pode estar relacionado com o fato de a estação de tratamento receber água do Rio Jacuípe. Contudo, para confirmação desta suposição, seria necessária uma caracterização físico-química mais aprofundada das duas amostras em apreço.

Amostra 8 (Água da Embasa, Cruz das Almas): A dinâmica de oxidação para exposição da barra de aço à amostra de água de abastecimento da cidade de Cruz das Almas apresentou comportamento semelhante ao apresentado pela exposição à água da chuva. A superfície da barra não foi regularmente oxidada.

Análise quantitativa

A corrosão do ferro no aço leva à produção de compostos que não têm mais função estrutural desejável para as edificações. Numa visão puramente química, os metais que ora mantinham ligações metálicas entre si passam para estados de oxidação mais altos e envolvidos em ligações iônicas. Adicionalmente, os produtos são bastante quebradiços quando desidratados e de fácil dispersão em meio aquoso. Assim, os produtos da oxidação do aço deixam de fazer parte da estrutura metálica como um todo.

Com o objetivo de quantificar as perdas de material durante os ensaios de corrosão, as massas das barras de aço foram medidas também após os 39 dias de exposição. As massas são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Massas das barras após os ensaios de corrosão.

Amostras de aço	Peso 1 (g)	Peso 2 (g)	Peso 3 (g)
Amostra 1	19,0679	19,3648*	19,202
Amostra 2	18,9265	18,8498	18,9562***
Amostra 3	19,0921*	19,1635	19,3085
Amostra 4	19,2737	19,1159*	19,2158**
Amostra 5	19,1741*	19,5392	19,3506
Amostra 6	18,9888	19,3829*	19,1541
Amostra 7	19,4405**	19,3683*	19,0598
Amostra 8	19,1441*	18,4132	18,6037

*Aço pré-oxidado. **Ensaio movimentado. *** Aço pré-oxidado e ensaio movimentado.

Fonte: Autoria própria (2018).

A Tabela 6 apresenta as perdas de massa de todos os ensaios de corrosão. Esses dados foram obtidos pela diferença entre as massas das barras de aço antes (Tabela 1) e após (Tabela 5) os ensaios.

Tabela 6 - Perda de massa após os ensaios de corrosão.

Amostra	Δm_A (g)	Δm_B (g)	Δm_C (g)	Média $\pm\sigma$ (g)	RSD (%)	PMD (g/dia)
1	0,0677	0,0807*	0,056	0,07 \pm 0,01	14,3	0,0018
2	0,0827	0,0742	0,0813***	0,080 \pm 0,005	6,3	0,002
3	0,0995*	0,094	0,0868	0,093 \pm 0,006	6,5	0,0024
4	0,0893	0,0878*	0,0771**	0,085 \pm 0,007	8,2	0,0022
5	0,0778*	0,0694	0,0733	0,074 \pm 0,004	5,4	0,0019
6	0,0835	0,0795*	0,082	0,082 \pm 0,002	2,4	0,0021
7	0,0791**	0,0815*	0,079	0,080 \pm 0,001	1,3	0,002
8	0,0844*	0,0681	0,0699	0,074 \pm 0,009	12,2	0,0019

*Aço pré-oxidado. **Ensaio movimentado. *** Aço pré-oxidado e ensaio movimentado. σ – Desvio padrão. PMD – Taxa de perda de massa diária. RSD – Relative Standard Deviation (Desvio padrão Relativo).

Fonte: Autoria própria (2018).

Os dados da Tabela 6 apontam que, aparentemente, a presença de oxidação prévia do aço influenciou na caracterização dos ensaios 1B, 5A e 8A como outliers, de um total de oito ensaios nesta situação - isto corresponde a 37,5% dos ensaios. De acordo com Barnett & Lewis (1995) outlier é definido, em um conjunto de dados, como uma observação que parece inconsistente com o conjunto restante. Se for considerado que o ensaio com amostra de água desionizada não apresentou precisão satisfatória (RSD de 14,3%), apenas os ensaios 5A e 8A foram influenciados pela oxidação prévia. Ou seja, 25% dos ensaios nesta situação.

Quando se avalia a movimentação accidental dos ensaios, aparentemente, apenas o ensaio 4C foi caracterizado como outlier. É importante ressaltar a ocorrência de movimentação e relacioná-la com a quantificação da perda de massa, visto que é possível o desprendimento de material da superfície metálica com exposição de novas áreas para ataque corrosivo. Isto pode ser mais significativo

quando a movimentação ocorre depois de períodos mais longos de exposição. Quando deve haver maior quantidade de material na superfície e o ataque corrosivo já é mais profundo.

Afora os ensaios identificados acima, dos quais foram apontados os atípicos e aqui considerados anomalias experimentais, os ensaios 2B e 3C foram também caracterizados como outliers - aqui considerados como anomalias estatísticas. Assim, a Tabela 7 apresenta os dados médios e seus respectivos desvios padrão desconsiderando as anomalias experimentais e estatísticas. Estas médias foram usadas para calcular a taxa de perda diária de massa para os ensaios. Após as exclusões apenas o ensaio com a amostra de água desionizada apresentou desvio padrão relativo (RSD) acima de 5%.

Tabela 7 - Perda de massa após os ensaios de corrosão sem os outliers.

Amostra	Δm_A (g)	Δm_B (g)	Δm_C (g)	Média $\pm\sigma$ (g)	RSD (%)	PMD (g/dia)
1	0,0677	-	0,056	0,062 \pm 0,008	12,9	0,0016
2	0,0827	-	0,0813	0,082 \pm 0,001	1,2	0,0021
3	0,0995	0,094	-	0,097 \pm 0,004	4,1	0,0025
4	0,0893	0,0878	-	0,089 \pm 0,001	1,1	0,0023
5	-	0,0694	0,0733	0,071 \pm 0,003	4,2	0,0018
6	0,0835	0,0795	0,082	0,082 \pm 0,002	2,4	0,0021
7	0,0791	0,0815	0,079	0,080 \pm 0,001	1,3	0,002
8	-	0,0681	0,0699	0,069 \pm 0,001	1,4	0,0018

σ – Desvio padrão. PMD – Taxa de perda de massa diária. RSD – *Relative Standard Deviation* (Desvio padrão Relativo).

Fonte: Autoria própria (2018).

Os dados mostram que a oxidação é mais severa quando se expõe o aço à amostra de água pluvial. Comparando com os outros ensaios, tem-se um incremento de aproximadamente 40,6% na perda

de massa com relação à amostra de água de abastecimento de Cruz das Almas; 36,6% com relação à amostra de água de poço de Cruz das Almas; 21,3% com relação à amostra de água abastecimento de Riachão do Jacuípe; 18,7% com relação às amostras de água mineral e do Rio Jacuípe; e 9,0% com relação à amostra de água de poço de Sapeaçu. Os dados para os ensaios com água desionizada não foram considerados devido à baixa precisão dos resultados. Adicionalmente, não há significado prático nem econômico o uso desse tipo de água na construção civil.

As taxas de perda de massa variaram entre 0,0018 (amostras de água de poço e de abastecimento de Cruz das Almas) e 0,0025 g por dia (amostra de água pluvial). Essas taxas foram obtidas dividindo as médias de perda de massa pelo período de exposição das barras de aço às amostras de água (39 dias).

Conclusão

Durante os ensaios as barras de aço apresentaram dinâmicas de corrosão diferentes entre si. Os resultados da análise qualitativa mostram que existe meios onde a corrosão só age em regiões mais expostas da barra, fenômeno verificado nas amostras coletadas no Rio Jacuípe e na rede de abastecimento de Riachão do Jacuípe. Já em outros casos, a dinâmica de corrosão é irregular por toda barra, nomeadamente nas amostras de água desionizada, água mineral, água pluvial de Riachão do Jacuípe e água da rede de abastecimento de Cruz das Almas. Os ensaios com as águas de poços de Cruz das Almas e Sapeaçu apresentaram produtos de corrosão por toda superfície longitudinal.

A perda de massa na barra do aço por corrosão promove uma diminuição na sua seção transversal, que será transformada em produto sem função estrutural e prejudicando as edificações.

Com base na análise quantitativa, foi possível concluir que, entre as amostras coletadas, a água pluvial da cidade de Riachão do Jacuípe não é recomendada para ser utilizada no concreto armado, visto que, apresentou a maior perda de massa diária dentre as amostras analisadas. Já a água da rede de abastecimento de Cruz das Almas exibiu a menor perda, tornando-se a mais adequada para a utilização em estruturas metálicas.

Mediante a toda situação que o aço é submetido nos canteiros de obra, conclui-se também que há necessidade de proteção previa do vergalhão de aço para impedir a ação da corrosão. Impermeabilizar o concreto pode ser uma alternativa para evitar infiltrações, impedindo que a água penetre nas estruturas de concreto armado para alcançar o aço. Outra forma de combater a corrosão é aplicar tinta específica para o aço.

Referências

ALVAREZ, José António Sequeira. **Alvenarias e argamassas anteriores ao Império Romano**. In: 2º Congresso Nacional de Argamassas de Construção, APFAC, Lisboa. 2007.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Fundamentos do concreto armado**. Bauru: UNESP, 2006.

BARNETT, V.; LEWIS, T. **Outliers in statistical data**. Chichester: John Wiley, 1995. 584 p.

FERRAZ, Henrique. **O aço na construção civil**. Revista eletrônica de ciências. São Paulo, n. 22, 2003.

GASPAR, Ricardo. **Análise da segurança estrutural das lajes préfabricadas na fase de construção**. 1997. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo

LIMA, Sandovânio Ferreira et al. **Concreto e suas inovações**. Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS, v. 1, n. 1, p. 3140, 2014.

RIBEIRO, Carmen Couto. **Materiais de construção civil**. Editora UFMG, 2002.

Aquecedor solar com boiler construído com sucata de freezer

*Sivanildo da Silva Borges
Layala Talita Carneiro de Matos*

Introdução

O padrão de comportamento do brasileiro com relação ao consumo de energia elétrica tem sido tema de vários de estudos (COHEN, 2002). Em 2018 o setor residencial ocupou o segundo lugar em consumo de energia elétrica, ficando atrás apenas do setor industrial (BEN, 2019).

Segundo estimativas oficiais, o chuveiro elétrico contribui fortemente para o consumo da energia elétrica no setor residencial do Brasil. Esse consumo chega a corresponder cerca de 30% da energia gerada pela Usina Hidrelétrica de Itaipu (CUNHA, 2017). Desta forma, estratégias viáveis que aliem baixo custo e maior sustentabilidade são sempre bem aceitas para minimizar os gastos de energia no aquecimento de água.

Existe uma real preocupação com a característica histórica não sustentável de fontes de energia ao redor do mundo e isso tem trazido muitas discussões sobre os impactos ao meio ambiente desde a conferência de Estocolmo em 1972 (PASSOS, 2009). As pautas discutidas giram em torno de sugestões de medidas mitigadoras ao que já foi e ainda será provocado.

O aproveitamento térmico da radiação solar do Brasil é uma alternativa viável no emprego de aquecimento de fluidos (FRANÇA, 2016). A estrutura dos aquecedores solares comerciais consiste, basicamente, na montagem de coletores solares acoplados a um boiler. Os coletores solares são dispositivos responsáveis pela

captação da energia solar para o aquecimento de um fluido, a exemplo da água, e o boiler (reservatório térmico) é responsável pelo armazenamento da energia gerada pelos coletores solares na forma de água quente (SÁLES, 2008).

O movimento do fluido dentro de um sistema de aquecimento solar não equipado com bomba para propulsão acontece devido à diferença de densidade (ÇENGEL, 2012). Considerando o aquecimento solar de água, assim que os coletores recebem radiação solar, a água quente (menos densa) flui para a parte superior do boiler e a água fria (mais densa) na parte inferior deste flui para os coletores devido ao regime termossifão, que opera de acordo com a convecção natural (JURADO, 2004).

Desta forma, o presente trabalho descreve a montagem e avaliação de um sistema residencial de aquecimento solar de água de baixo custo, semelhante aos comercialmente disponíveis, equipado com coletores solares de tubo de PVC e um reservatório térmico (boiler) construído com uma sucata de freezer horizontal.

Método

O boiler para sistema residencial de aquecimento solar foi construído empregando uma sucata de freezer horizontal da marca Prosdócimo com capacidade para 270L (Figura 1).

O casco do freezer estava severamente corroído pela água da chuva que se acumulou ao longo dos dias de exposição ao tempo. O motor já havia sido retirado e parte da laticia estava comprometida.

A recuperação e adequação da carcaça do freezer para sistema de aquecimento solar foi feita usando: três lixas 100 para ferro; uma chapa de zinco de 0,5 mm de espessura; rebites de alumínio; 900 ml de esmalte contra ferrugem cor prata da marca Maza; 4,5 kg (~ 1,4 m² por kg) de manta de fibra de vidro com 4 mm de espessura;

7 litros de resina poliéster para laminação e 210 mL de catalizador; 1800 ml Primer Universal da marca Maxi Rubber; 900 ml de esmalte sintético automotivo da marca Maza; 900 ml de esmalte sintético resistente ao calor da marca Maza; 1800ml de batida de pedra da marca Maza; 5 rolos de espuma de 10 cm e 1 pincel de 8 cm e uma serra copo de 4,0 cm de diâmetro e 3 adaptadores 25 mm x 3/4 de polegada.

Figura 1 – Sucata de Freezer usada para construção do boiler.



Fonte: Autoria Própria (2019).

O aquecimento solar da água foi realizado com duas placas de baixo custo construídas com tubos e conexões de PVC (policloreto de vinila) de 25 mm soldáveis da marca Tigre. Assim, foram usadas duas portas de sucata de geladeira de 65 x 136 cm como moldes, seis varas de tubo, 4 joelhos, 36 Ts, duas bisnagas de cola incolor (150 g) para tubos e conexões de PVC da marca Tigre e 4 tintas spray preto fosco da marca ColorGIN.

A associação entre o sistema de aquecimento solar de água (placas) e o boiler foi feita empregando-se tubos e conexões de PVC de

25 mm soldáveis da marca Tigre. Para tanto, foram usados 7 m de tubos, 9 joelhos, 2 Ts e 4 registros esfera soldável de PVC da marca Fortelev.

As temperaturas foram medidas com termômetro de mercúrio com escala de -10 a 200°C e precisão de 0,1°C. As medidas de temperatura foram realizadas em um dia nublado e dois ensolarados consecutivos. No dia nublado, as medidas foram iniciadas às 10:00 e finalizadas às 17:00 com intervalos de tempo de trinta minutos e uma hora. No dia ensolarado as medidas foram realizadas, inicialmente, às 10:40 e finalizadas às 17:20 do outro dia, fazendo com que o processo também tenha ocorrido no período da noite. O procedimento baseou-se na aferição da temperatura da água no reservatório térmico com o uso do termômetro e, ao mesmo tempo, registro da temperatura ambiente.

Resultados e discussões

A sucata adquirida foi de um freezer fabricado há mais de 20 anos, uma vez que a empresa fabricante saiu do mercado em 1997. As dimensões externas da sucata foram de 68 cm de largura x 80 cm de altura x 105 cm de comprimento e as dimensões internas foram de 54 cm de largura x 70 cm de altura x 91 cm de comprimento. O motor ocupava um espaço na carcaça do freezer de 32 cm de largura x 26 cm de altura x 70 cm de comprimento. Assim, considerando a área ocupada pelo motor e as demais dimensões o volume interno do freezer foi de 270,324 litros. Este valor está muito próximo do que foi especificado pelo fabricante (270 litros).

A primeira etapa da adaptação foi recuperar e proteger tanto a lataria interna quanto a externa da sucata de freezer. Inicialmente os suportes para o motor foram retirados para diminuir o volume e o peso da carcaça. Em seguida, placas de zinco foram fixadas com auxílio de rebites nas seções mais danificadas da sucata, lixadas e aplicadas três camadas de esmalte sintético prata contra ferrugem superfície externa e tampa da sucata. Após esta etapa, para evitar posterior

corrosão e garantir maior durabilidade da estrutura do equipamento, todas as superfícies interna e externa, incluindo a superfície externa da tampa, foram laminadas com fibra de vidro e resina. A Figura 2 representa a sucata após o procedimento de recuperação.

Figura 2 - Sucata de freezer após recuperação.



Fonte: Autoria Própria (2019).

Foram fixados adaptadores para a conexão das respectivas linhas de acesso da água ao reservatório. Foi utilizada uma boia para o controle do nível de água na linha de entrada do reservatório.

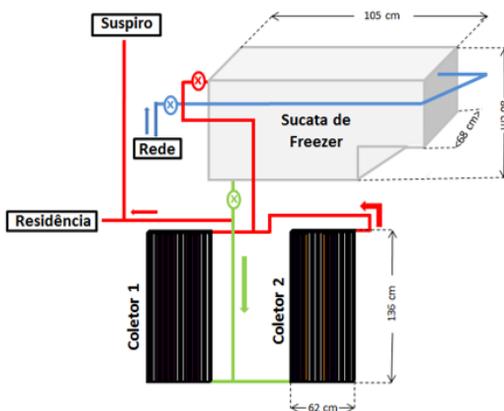
Cada placa coletora foi montada com a associação de conexões tipo T e joelhos, de forma que fosse possível a conexão com o reservatório térmico. Foram montadas duas placas com este procedimento e em seguida usou-se spray de tinta preta fosca para cobrir todas as superfícies das duas placas com o objetivo de aumentar a eficiência de captação de radiação solar e intensificar o aquecimento.

O sistema residencial de aquecimento solar de água foi montado na laje do terceiro pavimento de uma residência com base na associação, através de tubos de PVC, do reservatório térmico às placas coletoras.

As alturas dos equipamentos foram adequadamente estabelecidas para propiciar o regime termossifão de circulação de água.

A Figura 3 apresenta um esquema da montagem. Foram instalados registros (x) para permitir a interrupção do fluxo de água nos três acessos do reservatório térmico. A linha azul representa o acesso para o abastecimento do reservatório com água da rede, a linha verde representa o acesso para a saída de água do reservatório para as placas e a linha vermelha representa o acesso para a chegada de água aquecida oriunda das placas pelo processo termossifão. Um suspiro também foi instalado para facilitar o escoamento de água para a residência.

Figura 3 - Esquema do sistema residencial de aquecimento solar de água.



Fonte – Autoria Própria (2019).

A instalação da boia impossibilitou usufruir do volume total do reservatório térmico, uma vez que o fluxo de água vinda da rede de abastecimento era interrompido 5 cm antes do preenchimento do reservatório. Os 5 cm equivaleram a 24,57 litros, ou seja, o volume útil do reservatório foi de 245,754 litros.

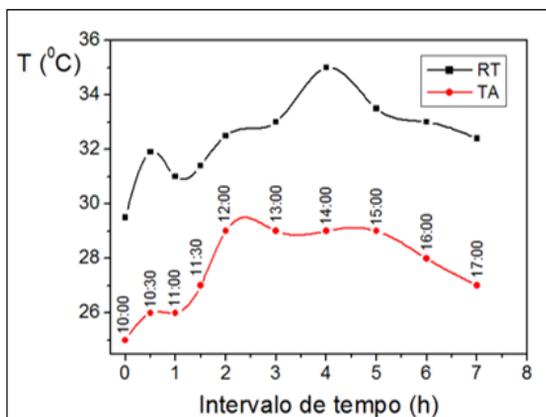
Uma vez que a rede local de abastecimento de água apenas alcançava pressão suficiente para preenchimento do boiler durante

as madrugadas, ou seja, não havendo perturbação do sistema de aquecimento durante todo o dia, optou-se pelo abastecimento da residência com água quente a partir da linha para abastecimento das placas coletoras. Esta estratégia possibilitou uso de todo o volume útil do reservatório térmico.

A eficiência dos coletores solares para o aquecimento da água foi avaliada monitorando-se a temperatura da água dentro do reservatório térmico e a temperatura ambiente com termômetro de mercúrio em diferentes intervalos de tempo durante o dia. O procedimento foi realizado em um dia nublado e, em outro momento, durante dois dias ensolarados seguidos.

Em todas as situações os coletores foram capazes de aumentar a temperatura da água no reservatório térmico. No dia nublado (Figura 4), as medidas foram iniciadas às 10:00H (tempo zero) e os quatro primeiros registros após a inicial foram feitos quando decorrido o intervalo de tempo de 30 min entre as medidas. A partir daí, os registros foram feitos de hora em hora até às 17:00H. A temperatura atingiu o valor máximo de 35,0°C às 14:00H.

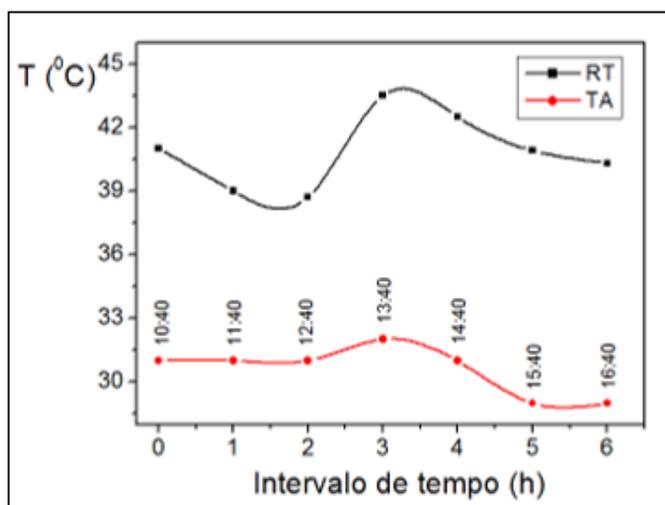
Figura 4 - Eficiência dos coletores solares em relação ao aquecimento de água em um dia nublado (1º de novembro de 2019). RT – Reservatório térmico; TA – Temperatura ambiente.



Fonte: Autoria Própria (2019).

No primeiro dia ensolarado (Figura 5), as medidas de temperatura do reservatório térmico foram iniciadas às 10H40min .(tempo zero). A cada hora decorrida um novo registro foi feito até às 16H40min. Nesta condição, a temperatura máxima registrada foi de 43,5°C às 13H 40min.

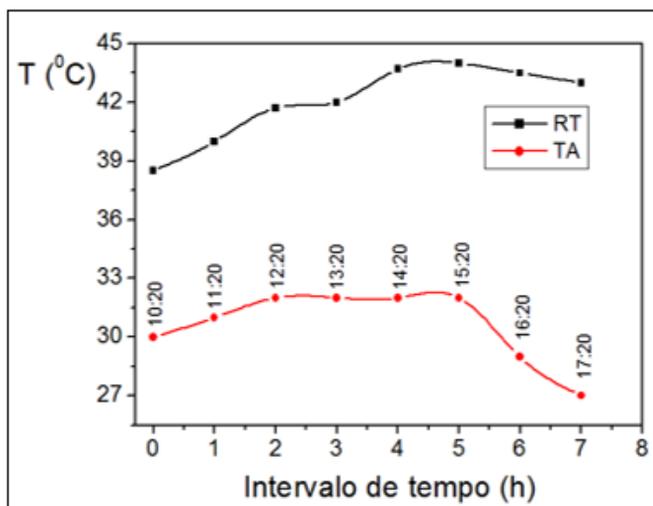
Figura 5 - Eficiência dos coletores solares em relação ao aquecimento de água no 1º dia ensolarado (09 de novembro de 2019). RT – Reservatório térmico; TA – Temperatura ambiente.



Fonte: Autoria Própria (2019).

No segundo dia ensolarado (Figura 6) os registros seguiram o mesmo procedimento adotado para o primeiro dia ensolarado. Porém, as medidas iniciaram às 10H20min. e foram concluídas às 17H20min. Aqui, a temperatura atingiu o valor máximo de 44,0°C às 15H20min. Os dados apresentados comprovaram a eficiência das placas para o fim a que foram dedicadas, aquecer a água.

Figura 6 - Eficiência dos coletores solares em relação ao aquecimento de água no 2º dia ensolarado (10 de novembro de 2019). RT – Reservatório térmico; TA – Temperatura ambiente.

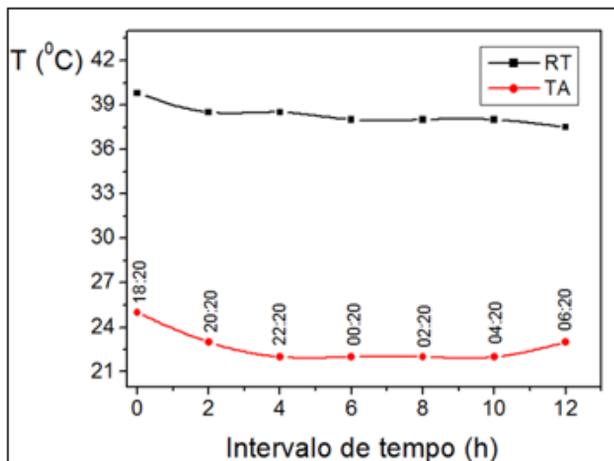


Fonte: Autoria Própria (2019).

A temperatura máxima registrada para o sistema de aquecimento solar aqui apresentado foi de 48,0 °C ao final da tarde do dia 5 de novembro de 2019. Apesar de ser possível melhorar a eficiência de aquecimento do sistema alterando-se a posição ou inclinação das placas, por exemplo, a avaliação de tais parâmetros não foi objeto de estudo nesta investigação. Desta forma, seguiu-se para a avaliação da eficiência do reservatório térmico.

A eficiência do sistema proposto foi avaliada levando-se em consideração a capacidade de o reservatório manter a temperatura da água nele contida após o seu aquecimento durante o dia. Para tanto, com o auxílio do termômetro de mercúrio, foram feitas medidas da temperatura na água do reservatório em diferentes intervalos de tempo durante a noite e madrugada dos dias 09 e 10 de novembro de 2019, respectivamente. Os dados foram organizados na forma de gráfico que está na Figura 7.

Figura 7 - Eficiência do reservatório térmico em relação à manutenção da temperatura da água aquecida - medidas realizadas durante a noite e madrugada dos dias 09 e 10 de novembro de 2019, respectivamente. RT – Reservatório térmico; TA – Temperatura ambiente.



Fonte: Autoria Própria (2019).

As medidas foram iniciadas às 18H20min. (tempo zero) e cada registro foi feito a cada duas horas até às 6H20min do dia seguinte. A temperatura no tempo zero foi de 39,8°C e alcançou 37,5°C na última medição às 6H20min. Isto representou uma variação de apenas 2,3°C. A média das temperaturas foi de 38,3 °C com desvio padrão de 0,7 °C o que dá um desvio padrão relativo de 1,8%.

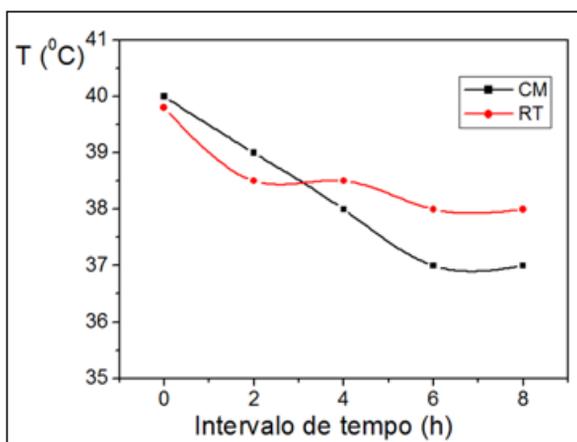
Para assegurar que o reservatório era mesmo eficiente e descartar a suspeita de que a manutenção da temperatura seria decorrente apenas pelo volume dos mais de 245 litros de água, no dia 13 de novembro de 2019 às 22:00 a tampa do reservatório foi retirada e a temperatura registrada era de 39°C. No dia seguinte, às 6:00, a temperatura despencou para 28°C, uma variação de 11°C.

Desta forma, o reservatório aqui proposto realmente se mostrou eficiente e pode ser empregado para montagem de sistemas residências de aquecimento solar de água de baixo custo.

Adicionalmente aos estudos já apresentados, foi montado um calorímetro caseiro com uma garrafa térmica com capacidade para 500 mL e um termômetro digital para comparação da sua eficiência com aquela apresentada pelo reservatório térmico. Para tanto, foram aquecidos 500 mL de água e transferidos para o calorímetro. Foram feitos registros da temperatura a cada 2 horas a partir das 23:00 do dia 18 de novembro de 2019 até às 7:00H do dia seguinte. A temperatura caiu 1°C a cada medida nas seis primeiras horas, chegando a 37°C às 5:00 e mantendo-se constante até às 7:00H. Isto representa uma variação de 3°C com média 38,2°C, desvio padrão de 1,3 °C e desvio padrão relativo de 3,4%. Estes dados mostram que o reservatório foi mais eficiente na manutenção da temperatura, com desvio padrão relativo de 1,8%, do que o calorímetro.

A comparação pode ser mais bem observada no gráfico da Figura 8. Os dados para o reservatório térmico foram extraídos do ensaio realizado durante a noite e a madrugada que foram apresentados no gráfico da Figura 7.

Figura 8 - Comparação entre a eficiência do reservatório térmico proposto e um calorímetro caseiro. CM – Calorímetro; RT – reservatório térmico.



Fonte: Autoria Própria (2019).

Conclusão

O custo de aquisição de aquecedores solares de água disponíveis no mercado ainda é uma barreira que inviabiliza a adesão desse método para a classe de baixa renda. Porém, a montagem de um sistema de baixo custo pode alterar este cenário uma vez que na presente proposta fez-se uso de materiais bastante acessíveis em qualquer região do Brasil.

O sistema residencial de aquecimento solar de água de baixo custo baseado em um boiler construído com uma sucata de freezer pode ser empregado com eficiência.

Referências

BEN (Rio de Janeiro). **Balanco Energético Nacional 2019**. 2019. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2019>. Acesso em: 12 dez. 2019.

CENGEL, Yunes. **Transferência de calor e massa**. 4. ed. [S. l.]: AMGH, 2012.

COHEN, Claude Adélia Moema Jeanne. **Padrões de consumo: Desenvolvimento, Meio-ambiente e Energia no Brasil**. 2002. 224 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

CUNHA, João. **O uso de Chuveiros Elétricos no Inverno**. 2017. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/dino/o-uso-de-chuveiros-eletricos-no-inverno,a987a84da940594ae376b7d48f9c6f2anujr4b84.html>. Acesso em: 27 nov. 2019.

FRANÇA, Vitor Correia Lima. **Inserção da energia fotovoltaica no Brasil: uma avaliação de incentivos**. 2016. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Economia do Setor Público, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

JURADO, Dóris Amélia Julio. **Modelagem dinâmica de um sistema solar termossifão usando coletores atmosféricos de plástico**. 2004. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2004.

PASSOS, Priscilla Nogueira Calmon de. A Conferência de Estocolmo como ponto de partida para a proteção internacional do meio ambiente. **Direitos Fundamentais e Democracia**, Curitiba, v. 6, p. 1-25, 17 dez. 2009.

SALES, Isolda Cíntia Ferreira de. **Análise da substituição do chuveiro elétrico por aquecedor solar**: uma contribuição ao setor elétrico na conservação de energia. 2008. 158 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2008.

Eficiência energética de gás de gaseificação de biomassa

*Felipe Andrade Tores
Edvane Leite Bacelar Pereira*

Introdução

O gás de gaseificação como combustível alternativo ao uso de combustíveis fósseis, introduziu uma revolução conceitual na história da sociedade (LORA et al. 2006). A princípio começa a consolidar o conceito de que o uso de combustíveis fósseis é considerado uma prática de exploração primitiva da natureza, enquanto, o aproveitamento de biomassa está associado a tecnologias cada vez mais sofisticadas.

O segundo motivo para uma mudança de percepção está na crescente conscientização de que o uso de combustíveis fósseis e seu caráter findável e poluidor, acarretará a médio ou em longo prazo, desequilíbrios climáticos. Para Zilotti (2012) a gaseificação de biomassa como fonte de produção de biocombustíveis, apresenta crescente destaque a nível mundial, devido a seu potencial energético para geração de energia elétrica e principalmente relacionada à possibilidade de sua utilização em diferentes formas, como, resíduos agrícolas, indústrias e domésticos.

De acordo com Lora (2004), a gaseificação pode ser definida como o processo de conversão de biomassa em um gás de gaseificação combustível, através da oxidação parcial a temperaturas elevadas, entre 500°C a 1100°C. Ainda para o autor, o gás resultante do processo de gaseificação contém compostos combustíveis em proporção típica, conforme apresenta da tabela 1.

Tabela 1 - Compostos combustíveis do gás resultante o processo de gaseificação.

Compostos combustíveis	(%)
Monóxido de carbono	15% a 30%
Hidrogênio	12% a 40%
Metano (CH ₄)	4,5% a 9%

Fonte: Lora (2004).

Para Barroso *et al.* (2007) a vantagem da gaseificação, se dá quando, é presumível conter no gaseificador as impurezas do processo. Sánchez (1994) destaca que por meio da gaseificação de biomassa é possível gerar eletricidade em pequena escala, sem a necessidade de um ciclo a vapor, sendo simplesmente pelo mecanismo da queima direta em um motor de combustão interna. De acordo com Silva *et al.* (2004) a utilização de biomassa com a presença de areia ou outros elementos e o baixo potencial de fusão das cinzas no reator, sobressaem com desvantagem do processo de gaseificação.

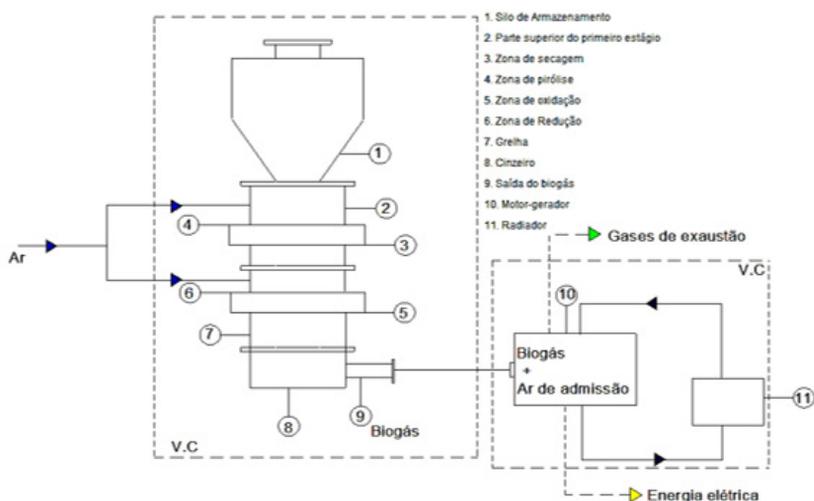
Visto que o combustível gerado a partir da gaseificação de biomassa possui baixo poder calorífico, o presente estudo teve como objetivo avaliar por meio da Primeira Lei da Termodinâmica o rendimento de um grupo motor-gerador operando com gás de gaseificação de madeira de eucalipto e caroço de açaí.

Neste sentido, a Bahia, se destaca com a expressiva produtividade de floresta plantada de eucalipto e as formas de aproveitamento da madeira, especialmente no setor de energia. A madeira do eucalipto possui elevado poder calorífico inferior, propriedade, diretamente relacionada com seu rendimento energético e a sua constituição química. Além disso, o açaí tem atraído o comércio de polpas e sucos nos últimos anos, destacando para o território do Recôncavo da Bahia, crescente produção, em que, a demanda é ainda maior que a oferta. Os principais compradores são os restaurantes e lojas especializadas em produtos fitness.

Método

Com base na Primeira Lei da Termodinâmica e utilizando um simulador termodinâmico, avaliou-se uma central de pequeno porte operando com gás de gaseificação de eucalipto e caroço de açaí, constituída por dois volumes de controle distintos (gaseificador e motor-gerador), como mostra a figura 1.

Figura 1 - Ciclo termodinâmico da unidade de gaseificação de biomassa.



Fonte: Autoria Própria (2016).

De acordo com a figura 1, o gaseificador (V.C. à esquerda) é um reator de leito fixo, tipo concorrente, com duplo estágio de alimentação do agente de gaseificação. Durante o processo de gaseificação quatro etapas estão envolvidas: secagem, pirólise, oxidação e redução.

No reator tipo concorrente, o fluxo resultante de gás de gaseificação ocorre no mesmo sentido do fluxo de entrada do material sólido, de forma que todos os produtos gasosos produzidos pela oxidação parcial são forçados a atravessar o leito de carvão vegetal

incandescente. Nesta etapa item 6, ocorrem etapas de redução, com formação de hidrogênio, monóxido de carbono, metano e etano, que se encerra o segundo estágio.

O motor-gerador utilizado no simulador termodinâmico é baseado em um motor comercial que aciona um gerador com potência de 11,5kVA e 10,5kVA de potência nominal. O motor recebe na fase de admissão, uma pré mistura composta de ar e gás de gaseificação.

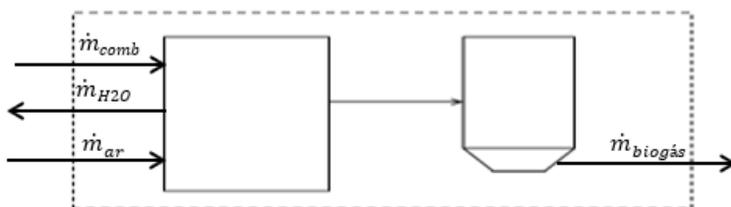
A avaliação termodinâmica neste estudo tem como premissas o regime permanente, as equações do balanço de massa e energia, operação do motor-gerador em carga máxima e o mesmo perfil de gaseificador para ambas as biomassas.

Gaseificador

Balanço de massa e energia

O balanço de massa ocorre quando o reator recebe como correntes de entrada, a biomassa e o ar em condições ambientes. As correntes de saída resultam em vazão mássica de gás de gaseificação e vapor d'água, como demonstrado na figura 2:

Figura 2 - Esquema do fluxo mássico no gaseificador.



Fonte: Adaptado de Andrade (2007).

Onde:

\dot{m}_{comb} = Vazão mássica do combustível que entra no volume de controle (kg/s); \dot{m}_{H2O} = Vazão mássica de água que sai do volume de controle (kg/s); \dot{m}_{ar} = Vazão mássica de ar (kg/s); $\dot{m}_{biogás}$

= Vazão mássica de gás de gaseificação que sai do volume de controle (kg/s).

De acordo com a figura 2, tem-se o seguinte balanço de massa para o gaseificador, conforme Equação 1.

$$\dot{m}_{comb} + \dot{m}_{ar} = \dot{m}_{biogás} + \dot{m}_{H2O} \quad (1).$$

Para Andrade (2007) a vazão mássica de água no gaseificador pode ser calculada relacionando à vazão mássica do combustível e a umidade, através da Equação 2.

$$\dot{m}_{H2O} = \dot{m}_{comb} \frac{Umidade}{100} \quad (2).$$

Segundo Rodrigues (2008) o balanço energético no gaseificador é contabilizado considerando que a energia total de entrada é equivalente à energia total de saída. Nesse sentido,

$$\dot{m}_{comb} \cdot h_{comb} = \dot{m}_{biogás} \cdot h_{biogás} + \dot{Q}_{sistema} \quad (3).$$

Sendo que h_{comb} = Entalpia do combustível (kJ/kg); $h_{biogás}$ = Entalpia do gás de gaseificação (kJ/kg); $\dot{Q}_{sistema}$ = Calor perdido associado ao sistema (kW);

Eficiências

Para Rodriguez (2007) é possível avaliar no gaseificador a eficiência quente, relacionada com a queima direta do gás de gaseificação no forno, havendo aproveitamento da energia térmica dos gases e a eficiência a frio, que se refere a aplicações de potência, como por exemplo, no caso de motores de combustão interna:

$$\eta_{quente} = \frac{(\dot{m} \cdot h)_{biogás}}{(\dot{m} \cdot h)_{combustível}} \quad (4)$$

$$\eta_{frio} = \frac{(\dot{V} \cdot PCI)_{biogás}}{(\dot{m} \cdot PCI)_{combustível}} \quad (5).$$

Sendo que \dot{V} = Vazão volumétrica (Nm³/s); \dot{m} = Vazão mássica (kJ/s); h = Entalpia (kJ/kg); $PCI_{biogás}$ = Poder Calorífico Inferior do gás de gaseificação (5,2544 MJ/Nm³) $PCI_{combustível}$ = Poder Calorífico Inferior do combustível (9614 kJ/kg).

Alves (2010) ressalta que é possível também, avaliar quanto de carbono foi convertido durante o processo de gaseificação:

$$\eta_{carbonifera} = \frac{\sum \dot{m}_{biogás} * y_{carb,biogás}}{\dot{m}_{comb} * y_{carb,com}} \quad (6).$$

No qual, $y_{carb,biogás}$ = Fração mássica de carbono presente no gás de gaseificação; $y_{carb,com}$ = Fração mássica de carbono presente no combustível.

Motor-gerador

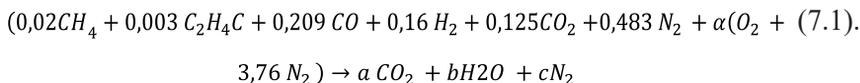
Balanco de massa e energia

O balanço de massa do motor-gerador relaciona as vazões mássicas de entrada (gás de gaseificação e ar de admissão), e da saída (gases de exaustão), pode ser obtido através da Equação 7.

$$\dot{m}_{gex} = \dot{m}_{biogás} + \dot{m}_{ad} \quad (7).$$

Em que, \dot{m}_{gex} é a vazão mássica dos gases de exaustão, $\dot{m}_{biogás}$ representa a vazão do gás de gaseificação que entra no motor alternativo, e \dot{m}_{ar} corresponde ao fluxo mássico de ar de admissão.

A vazão mássica de ar de admissão \dot{m}_{ad} é calculada segundo Carvalho (2007) por meio da razão ar e combustível (AC) e a vazão mássica do combustível. Portanto de acordo com a reação química:



Sendo assim, a vazão de ar de admissão é dada pela seguinte Equação 7.2:

$$\dot{m}_{ad} = \dot{m}_{biogás} * AC \quad (7.2).$$

O balanço de energia permite avaliar, através da Equação 8, a perda ou ganho de calor integrado a carcaça do motor. Dessa maneira, tem-se que para o motor-gerador:

$$\dot{Q} = \dot{E}_{biogás} - (\dot{W}_{motor} + \dot{E}_{gex} + \dot{E}_{et}) \quad (8).$$

\dot{E}_{gex} = Taxa de energia térmica do gás de gaseificação de exaustão (kW); $\dot{E}_{biogás}$ = Taxa de energia térmica do gás de gaseificação; \dot{E}_{et} = Taxa de energia térmica da água não aproveitada (kW); \dot{W}_{motor} = Potência nominal do motor (kW); \dot{Q} = Perdas de energia térmica na carcaça do motor (kW).

Segundo Andrade (2007) a energia térmica do gás de gaseificação, é determinada a partir da Equação 9 e por meio do produto do poder calorífico inferior do gás de gaseificação pela vazão volumétrica do gás de gaseificação:

$$\dot{E}_{biogás} = \dot{m}_{biogás} * PCI_{biogás} \quad (9).$$

Os gases de exaustão têm sua taxa de energia térmica determinada pelo valor de entalpia dos gases que o compõe e pela vazão mássica do referente gás de gaseificação, através da Equação 10:

$$\dot{E}_{gex} = \dot{m}_{gex} * h_{gex} \quad (10).$$

A taxa de energia térmica de água do sistema de refrigeração é resultante da vazão mássica de água do sistema de refrigeração do motor e das entalpias correspondentes às temperaturas de entrada e saída no radiador, demonstrada na Equação 11:

$$\dot{E}_{et} = \dot{m}_{et} \left(h(T_A) - h(T_R) \right) \quad (11).$$

Eficiência

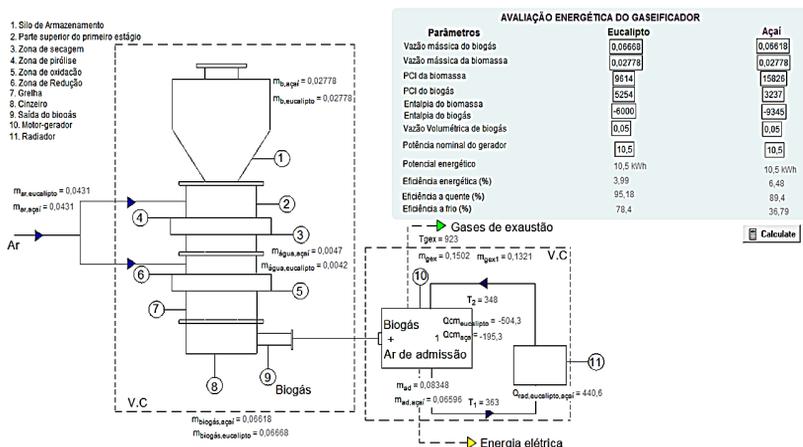
Para Van Wylen *et al.* (2003) a Equação 12, modela o rendimento energético sendo:

$$\eta_t = \frac{\dot{W}_{motor}}{\dot{m}_{biogás} * PCI_{biogás}} \quad (12).$$

Simulador Termodinâmico

De acordo com a figura 3 e a tabela 2, a inicialização do simulador é realizada quando o usuário insere os dados de entrada. Em seguida, o programa por meio do código computacional que caracterizam as análises do gaseificador e do motor-gerador determina as variáveis de saída, que correspondem à eficiência do gaseificador e do motor-gerador, a vazão mássica de gás de gaseificação e dos gases de exaustão para os dois tipos de biomassa e as taxas de energias térmicas, do gás de gaseificação, dos gases de exaustão e da água do sistema de refrigeração.

Figura 3 - Interface do simulador termodinâmico elaborado para analisar uma pequena central de potência operando gás de gaseificação de biomassa.



Fonte: Autoria Própria (2016).

Tabela 2 - Dados de entrada da biomassa de eucalipto e do caroço de açai para a simulação computacional

Dados de entrada	Eucalipto	Caroço de açai
Vazão mássica de biomassa (kg/s)	0,0278	0,0278
Vazão mássica de oxidante (kg/s)	0,0431	0,0431
Vazão mássica de vapor d'água (kg/s)	0,0042	0,0047
Vazão volumétrica de gás de gaseificação (m³/s)	0,0500	0,0500
Vazão mássica de água do sistema de refrigeração (kg/s)	7	7
Potência nominal do gerador (kW)	10,5	10,5
PCI (kJ/kg)	9614	15825,9
PCI (kJ/Nm³)	5254,4	3237
Entalpia da biomassa (kJ/kg)	-6000,27	-9345,27
Entalpia do gás de gaseificação (kJ/kg)	-2798,5	-3219
Entalpia dos gases de exaustão (kJ/kg)	-3580,5	-2781,83
Relação Ar-Combustível	1,2520	0,9967
Temperatura de entrada no radiador (K)	363	363
Temperatura de saída no radiador (K)	348	348
Temperatura dos gases de exaustão (K)	923	923

Fonte: Autoria Própria (2016).

Resultados e discussões

Esta seção apresenta os resultados da pesquisa com base nas equações termodinâmicas e no simulador termodinâmico apresentado anteriormente.

Gaseificador

Balanco de Massa

A tabela 3 relaciona o consumo de reagentes (ar e biomassa) e a formação de seu produto (gás de gaseificação de biomassa) obtido durante o processo de gaseificação, a partir de duas biomassas diferentes: eucalipto e açaí. A diferença nos valores da produção de gás de gaseificação está no teor de umidade das biomassas, sendo que para o eucalipto deste valor é 15% e para a biomassa de caroço de açaí, 17%.

Tabela 3 - Vazão de gás de gaseificação a partir das vazões de biomassa e do oxidante.

Biomassa	Vazão de biomassa (kg/s)	Vazão de oxidante(kg/s)	Vazão de gás de gaseificação gerado (kg/s)
Eucalipto	0,02778	0,04311	0,06668
Caroço de Açaí	0,02778	0,04311	0,06618

Fonte: Autoria Própria (2016).

Eficiência do ciclo

Dois estudos de caso são propostos nesta avaliação: o primeiro, considerando valores de entrada conforme na tabela 2, enquanto que o segundo é caracterizado por uma análise hipotética, direcionada apenas para a eficiência a frio, pois refere-se às aplicações de potência, objeto de estudo do presente trabalho.

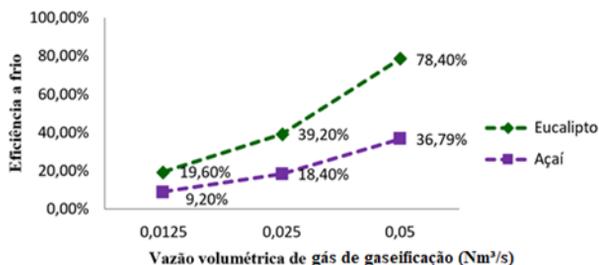
Na primeira análise, considerando os dados contidos na tabela 2, utilizando as equações 4 e 5, o ciclo apresenta valores de eficiência a frio de 78,40% e eficiência a quente de 95,18%) para a biomassa de eucalipto. Utilizando a biomassa de caroço de açaí as eficiências foram de 36,79% e 89,4% respectivamente.

O método hipotético-dedutivo, considera valor de vazão mássica para ambas as biomassas de 0,02778 kg/s, PCI e entalpia dos gases de gaseificação e das biomassas vistos na tabela 1. Além disso, três hipóteses foram assumidas para a vazão de gás de gaseificação: a primeira, considerando valor máximo de 0,05 Nm³/s, a segunda, foi adotada 50% do valor máximo, enquanto que a terceira foi assumida o valor de 25% de valor máximo, como ilustrado na figura 4. De acordo com a figura 4, a biomassa de eucalipto apresentou melhores resultados em termos de eficiência a frio.

Neste caso, o PCI do gás de gaseificação tem uma relação aproximadamente linear de crescimento em relação à eficiência. A justificativa para os valores obtidos em ambos os estudos de casos está relacionada com o poder calorífico do gás de gaseificação de eucalipto ser maior comparado ao gás de gaseificação de caroço de açaí.

Por meio da equação 6 verificou-se a quantidade de carbono convertido durante o processo de gaseificação, sendo para o caroço de açaí 45 % e com eucalipto 62 %. O percentual de conversão de carbono é um indicativo de impurezas e tem grande influência no poder calorífico inferior do gás de gaseificação. Ou seja, os valores de eficiência carbonífera para as biomassas caroço de açaí e eucalipto resultam que 55% e 38% destas biomassas são convertidas em impurezas durante o processo de gaseificação.

Figura 4 - Eficiência a frio utilizando biomassa de eucalipto e açaí para as três vazões consideradas, demonstrando o comportamento de crescimento quase linear da eficiência em função do aumento do valor da vazão volumétrica de gás de gaseificação.



Fonte: Autoria Própria (2016).

Motor-gerador

Balanço de massa e energia

De acordo com a tabela 4, para o motor-gerador operando com gás de gaseificação e vazão de ar de admissão, a vazão dos gases de exaustão para o eucalipto resulta em 0,15020kg/s e para o caroço de açaí 0,13210kg/s. A taxa de energia térmica dos gases de exaustão com biomassa de eucalipto e caroço de açaí, atingiu respectivos valores de -537,79kW e -367,48kW. A diferença desses valores, está relacionada com a vazão dos gases de exaustão, visto que a taxa de energia desses gases é o produto da vazão mássica e da entalpia.

Tabela 4 -Vazão de gases de exaustão.

Biomassa	Vazão de gás de gaseificação (kg/s)	Vazão ar de admissão (kg/s)	Vazão de gases de exaustão (kg/s)
Eucalipto	0,06668	0,08348	0,15020
Caroço de açaí	0,06618	0,06596	0,13210

Fonte: Autoria Própria (2016).

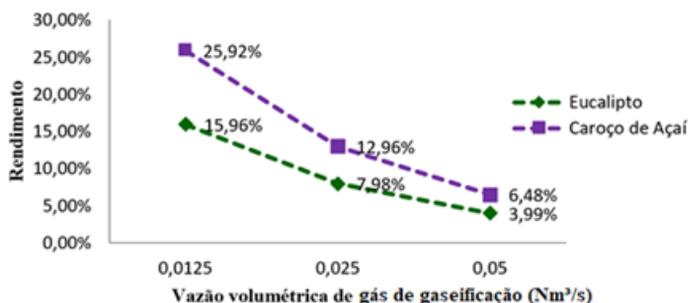
A taxa de energia térmica do sistema de refrigeração, com gás de gaseificação de açaí e eucalipto, é calculada com os mesmos parâmetros considerados de temperatura, entalpia, e vazão mássica de água refrigerada, dessa maneira, seu valor é de 440,6kW. À partir dos valores de taxas de energia térmica e a potência do gerador, com a modelagem do balanço de energia, a taxa de calor perdido com gás de gaseificação de biomassa é determinada, sendo para o eucalipto -504, 3kW, e para o gás de gaseificação de caroço de açaí, -195,4kW.

Eficiência

A partir da vazão volumétrica, potência do gerador e PCI das biomassas, contidos na tabela 1, obtém-se, com gás de gaseificação de eucalipto, um rendimento energético de 3,99%, e para o caroço de açaí 6,48%. Considerando o mesmo procedimento da análise

hipotética para o motor-gerador, percebe-se graficamente o seguinte comportamento:

Figura 5 - Rendimentos do conjunto motor-gerador operando em função de três diferentes vazões dos gases de gaseificação.



Fonte: Autoria Própria (2016).

Observa-se na figura 5, que os valores do rendimento do gás de gaseificação produzido a partir da biomassa de caroço de açai apresentam maiores valores que comparados aos de eucalipto, sendo que para o maior valor de vazão considerado, a eficiência do motor-gerador apresentou os menores valores para ambos os gases de gaseificação, inferior à 10%. Este fato pode ser explicado também devido à proporção inversa entre o rendimento e a taxa de energia térmica dos gases de gaseificação analisados.

Conclusão

Este trabalho teve como objetivo avaliar uma unidade piloto de gaseificação, desde o processo de geração do gás de gaseificação até a queima do biocombustível em um motor gerador operando em carga máxima.

A biomassa de eucalipto apresentou melhores resultados em relação eficiência a frio no gaseificador, com 78,40%, enquanto a biomassa de caroço de açai apresentou 36,79%, com o valor máximo

de vazão volumétrica de gás de gaseificação na análise hipotética. Do mesmo modo, maiores valores eficiência carbonífera foram observados com a biomassa de eucalipto, em que 62% dos carbonos foram convertidos em gás de gaseificação, ao contrário, a biomassa de açaí converteu 45% do carbono.

Com o balanço de massa e energia, foi possível avaliar as taxas de energia térmicas e vazão mássica que entram e que saem do motor-gerador. Partindo, dessa hipótese, podemos afirmar que a potência térmica produzida foi superior à potência nominal considerada, aproximadamente de 262, 7kW para o gás de gaseificação de eucalipto e 161,85kW para o gás de gaseificação de caroço de açaí. Além disso, o calor perdido associado ao motor-gerador equivale a -504,3kW para o eucalipto e -195,4kW para o caroço de açaí. A energia térmica que é desprezada sem nenhuma tecnologia de cogeração é da ordem de 214,6kW. A energia dos gases de exaustão para a biomassa de eucalipto foi superior comparada com a biomassa de caroço de açaí, e seu valor foi de -504,3kW.

O estudo energético demonstrou que a utilização de gás de gaseificação proveniente de gaseificação de biomassa, apresentaram percentuais de eficiência energética igual a 4,6 % para o gás de gaseificação de eucalipto e 6,48% para o gás de gaseificação de caroço de açaí respectivamente. Entretanto, admitindo hipóteses o rendimento do gerador não ultrapassou 10%, com ambas as biomassas. Este trabalho contribui para avanços em pesquisas com cogeração de energia, exergia e termoeconomia de sistemas propostos.

Referências

ALVES, Charles Denys da Luz. **Caracterização de um gaseificador downdraft**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Pará. Instituto de Tecnologia, Belém. 2010.

ANDRADE, R. V. **Gaseificação de Biomassa: Uma Análise Teórica e Experimental.** Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Instituto de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Itajubá, 205 p., Minas Gerais. 2007.

BARROSO Ana Cláudia; CASTRO Joana D'arc Bardella; **Energia elétrica a partir da biomassa.** Universidade Estadual de Goiás. Janeiro / Julho, Julho / Dezembro - 2007.

CARVALHO JÚNIOR João Andrade de. MACQUAY, Mardson Queiroz. **Princípios de combustão Aplicada.** Ed. da UFSC. Florianópolis: 2007.

COSTA, Rita Joana Relva da. **Produção e aplicação de biogás.** Dissertação (Mestrado em Automação e Comunicações em Sistema de Energia). Instituto Politécnico de Coimbra. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. Coimbra: 2011.

LORA, Electo Eduardo Silva. SALES, Cristina Ap^a Vilas Bôas de; ANDRADE, Rubenildo Vieira. **Geração de eletricidade a partir de gaseificação de biomassa.** Eng. *Meio Rural*, Itajubá. 2006.

LORA, Electo Eduardo Silva; ANDRADE Rubenildo Vieira; CORRIA Maria Aradas Eugenia. **Geração elétrica em pequena escala a partir da gaseificação de biomassa.** Núcleo de Excelência em Geração Termelétrica e Distribuída (NEST), Instituto de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Itajubá. Minas Gerais, MG, 2004.

RODRIGUES, Rodolfo. **Modelagem e Simulação de um Gaseificador em Leito Fixo para o tratamento térmico de resíduos sólidos da indústria calçadista.** Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Departamento de Engenharia Mecânica, Porto Alegre. 2008.

RODRIGUEZ, Christian J. Coronado. **Análise Técnica - Econômica de um gaseificador de biomassa de 100 kg/h para acionamento de um motor combustão interna.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Guaratinguetá. 2007.

SÁNCHEZ, Caio Glauco. **Estudo da volatilização e gaseificação de biomassa em leito fluidizado**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. Departamento de Engenharia Térmica e de Fluidos, Campinas. 1994.

SILVA, Jadir N. SOBRINHO, José Cardoso. SAIKI, Emílio T. **Utilização de biomassa na secagem de produtos agrícolas via gaseificação com combustão adjacente dos gases produzidos**. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.24, n.2, p.405-411, maio/ago. 2004.

TOYAMA, Manual do motor-gerador 2016.

WYLEN, G. Van, SONNTAG, R. and BORGNAKKE, C., **Fundamentos da Termodinâmica, tradução da sexta edição inglesa: Euryale de Jesus Zerbini** - São Paulo: Blucher, 2003.

ZILOTTI, Hécio Alexandre Rodrigues. **Potencial de produção de gás em uma estação de tratamento de esgoto de cascavel para a geração de energia elétrica**. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel. 2012.

Simulação termodinâmica utilizando biogás de aterro

*Felipe Andrade Torres
Tamiles Emily Nascimento Matos*

Introdução

A crescente busca por formas de obtenção de energia limpa acarretou mudanças no cenário da matriz energética mundial e fizeram o homem repensar sua prática de geração de energia, e principalmente os impactos socioambientais associados. Atualmente, as principais discussões mundiais estão relacionadas a temas como mudanças no clima, depreciação dos recursos naturais, eficiência energética e biocombustíveis. O uso de fontes renováveis para a geração de energia é crescente nos últimos anos e novas tecnologias vêm sendo alvos de investimentos. Uma das fontes renováveis explorada por diversos países é o aproveitamento do gás de aterro, proveniente de resíduos urbanos.

Os aterros sanitários emitem anualmente grandes quantidades de metano na atmosfera e para amenizar os impactos ambientais causados pela emissão dos gases gerados, em alguns casos é realizada a queima em *flares*. Concomitantemente a este cenário, na problemática dos resíduos sólidos urbanos e sua gestão em aterros sanitários, destaca-se a produção de gás metano dentre os diversos gases produzidos. O metano produzido da decomposição dos resíduos sólidos urbanos não é evidenciado somente pela quantidade de gás produzido, mas também pela sua capacidade de retenção de calor, sendo esta maior do que a do dióxido de carbono (TARAZONA, 2010). Algumas unidades de aterros sanitários iniciaram os investimentos na recuperação do biogás produzido em seus complexos, aproveitando

os mesmos em pequenas unidades de geração de energia elétrica. Em 2016, no Brasil, cerca de 14 pequenas centrais de geração de energia elétrica já operam associadas à biogás de aterros sanitários.

A partir do estudo de utilização de biogás de aterro para geração de energia elétrica surgiu a motivação para a realização deste trabalho, que tem como objetivo simular e avaliar o potencial de geração de energia elétrica utilizando como combustível o biogás de aterro, com base em dados públicos de um município na região do Recôncavo da Bahia.

O escopo deste trabalho é uma abordagem energética da análise de um aterro sanitário associado à uma usina termelétrica para geração de energia elétrica. O biogás de aterro sanitário, gerado a partir da reação biológica entre resíduos orgânicos e águas pluviais, é composto em maior parte por metano, que por sua vez é um gás combustível. Iniciativas de recuperação do biogás gerado por resíduos são promovidas a partir de uma correta disposição dos resíduos sólidos urbanos e da administração do aterro sanitário, de modo a receber esses resíduos e os administrar corretamente para que seja bem-sucedido.

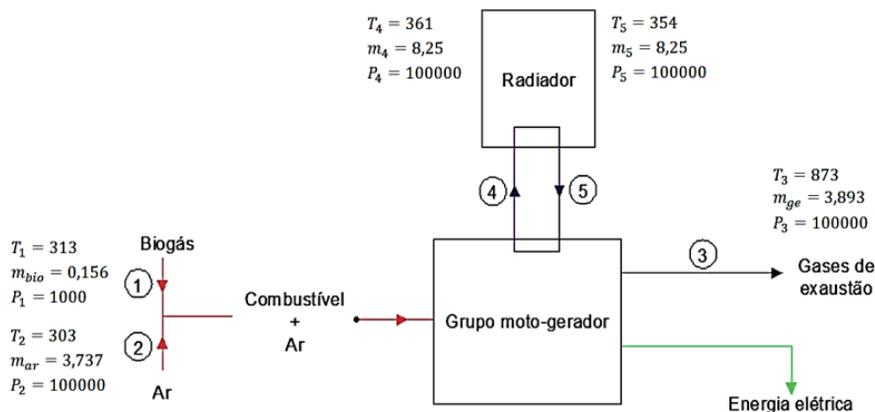
Na análise da eficiência dos sistemas energéticos, diversos métodos e modelos termodinâmicos têm sido frequentemente utilizados (CAROLINO, 2011). Dentre as Leis da Termodinâmica, a Primeira e a Segunda Lei exercem papéis fundamentais na análise da eficiência. A eficiência energética fundamentada em ambas estas leis é uma das formas mais viáveis de se avaliar a energia gerada, em seus variáveis modos através da contenção dos desperdícios, novos processos de produção e postura cultural, sob os nomes de conservação, racionalização e cogeração (VIANA JÚNIOR, 1999).

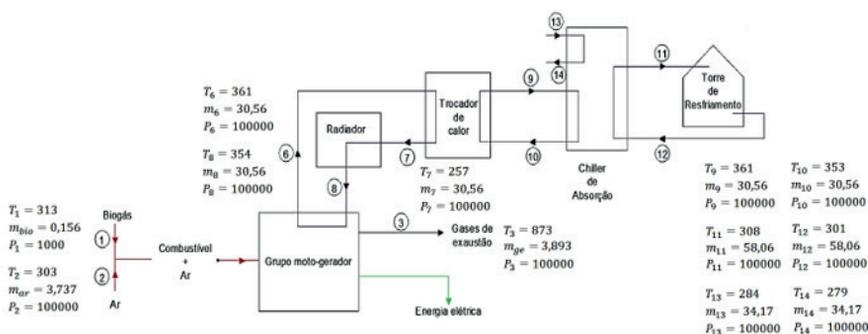
Método

O desenvolvimento deste trabalho envolveu basicamente a avaliação do estudo das características de uma central de potência de pequeno porte que opere interligada a uma rede de captação de biogás proveniente de aterro sanitário. A Figura 1 apresenta a interface construída na programação computacional.

Após os sistemas serem definidos e dimensionados, foi programado um simulador termodinâmico, que é uma ferramenta de simulação de propriedades termodinâmicas com interface computacional. Esta foi desenvolvida e se fez capaz de simular condições de operação de uma central de potência de pequeno porte operando com combustível biogás de aterros sanitários, com base na construção dos diagramas e utilização dos cálculos de balanços de massa e energia. Os dados como vazão, poder calorífico, pressão e temperatura do biogás foram inseridos no simulador para obter resultados de análise termodinâmica.

Figura 1 - Interface do simulador termodinâmico desenvolvido, considerando (a) ciclo sem cogeração, (b) com cogeração e em (c) os dados de entrada e os calculados.





Ciclo sem cogeração		Ciclo com cogeração	
Trabalho do motor	1058 kW	Trabalho do motor	1058 kW
Calor gerado pelo radiador	-242,5 kW	Calor gerado pelo trocador de calor	-21409 kW
Calor gerado pela carcaça-motor	-582,4 kW	Calor gerado pelo evaporador	-717,2 kW
Eficiência ciclo	34,59 %	COP chiller	0,6989
		Eficiência ciclo	58,03 %

Entradas

Vazão volumétrica do biogás	<input type="text" value="670"/> m ³ /h	Temperatura do biogás	<input type="text" value="313"/> K
Poder calorífico do biogás	<input type="text" value="19613"/> kJ/kg	Pressão do biogás	<input type="text" value="1000"/> Pa
Potência do gerador	<input type="text" value="1058"/> kW		

Ciclo sem cogeração		Ciclo com cogeração	
Trabalho do motor	1058 kW	Trabalho do motor	1058 kW
Calor gerado pelo radiador	-242,5 kW	Calor gerado pelo trocador de calor	-21409 kW
Calor gerado pela carcaça-motor	-582,4 kW	Calor gerado pelo evaporador	-717,2 kW
Eficiência ciclo	34,59 %	COP chiller	0,6989
		Eficiência ciclo	58,03 %

Entradas

Vazão volumétrica do biogás	<input type="text" value="670"/> m ³ /h	Temperatura do biogás	<input type="text" value="313"/> K
Poder calorífico do biogás	<input type="text" value="19613"/> kJ/kg	Pressão do biogás	<input type="text" value="1000"/> Pa
Potência do gerador	<input type="text" value="1058"/> kW		

Fonte: Autoria própria (2016).

Caracterização

A avaliação termodinâmica de uma central termelétrica operando com biogás proveniente de aterro sanitário foi realizada para o aterro sanitário de um município localizado na região do Recôncavo da Bahia. As condições deste aterro foram determinadas com base

em um estudo de caso de um aterro metropolitano operacional na capital baiana, cujos dados apresentados foram obtidos durante visita técnica realizada à unidade. A vazão de biogás foi adaptada, sendo estipulada como a vazão de biogás do aterro do município A. Então, este dado foi adotado como premissa para o simulador, uma vez que não foi possível obter o dado de vazão de biogás do município localizado na região do Recôncavo Baiano, denominado município A. O biogás é produzido pelo aterro e posteriormente encaminhado para a estação de biogás apresenta um significativo poder energético. A Tabela 1 apresenta a composição média do biogás gerado, coletados dos aparelhos de cromatografia partindo do supervisor da planta.

Tabela 1 - Composição média do biogás gerado no aterro estudado.

Composto	% composição mássica	% composição volumétrica
Metano (CH ₄)	46,2%	66,6%
Dióxido de carbono (CO ₂)	35,9%	18,9%
Oxigênio (O ₂)	1,5%	1,1%
Nitrogênio (N ₂)	12,4%	10,2%
Outros gases	4%	3,2%

Fonte: Dados disponibilizados pela administradora do aterro.

A usina localizada dentro do aterro sanitário é composta de uma unidade geradora com 19 conjuntos motogeradores do ciclo Otto de 1,058 MW de potência nominal cada, capaz de gerar aproximadamente 20 MW de potência instalada.

A usina termelétrica além de gerar energia elétrica, utiliza o calor gerado pela combustão do biogás em um sistema de cogeração, onde recupera a energia térmica para a produção de água gelada através da utilização de um sistema de refrigeração por absorção, composto por um *chiller*. Na Tabela 2 é possível observar os dados médios de operação para cada grupo moto-gerador da usina.

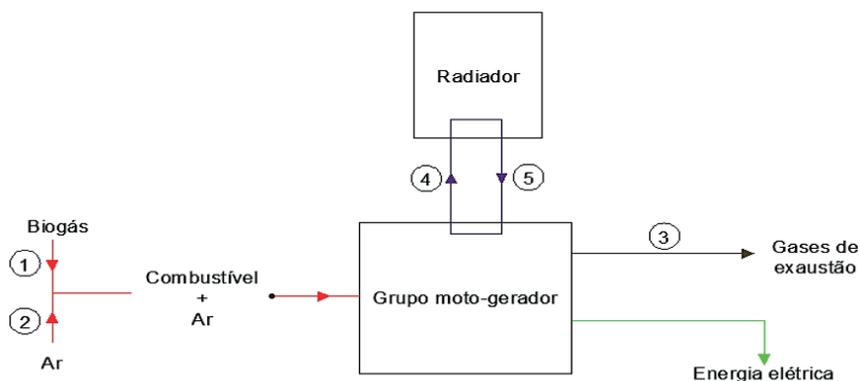
Tabela 2 - Dados médios durante a operação de cada grupo moto-gerador da usina, operação em plena carga.

Dados	Valor médio	Unidade
Potência elétrica produzida	1058	kW
Valor Calorífico do biogás	3932	Kcal/m ³
Pressão de entrada do biogás	10	mbar
Temperatura entrada do biogás	40	°C
Umidade relativa do biogás	30	%
Massa específica do biogás	0,838	kg/m ³
Vazão do biogás	670	Nm ³ /h
Vazão de ar de admissão	4163	Nm ³ /h
Temperatura de retorno da água morna	81	°C
Temperatura de avanço da água morna	88	°C
Temperatura dos gases de exaustão	600	°C

Fonte: Dados disponibilizados pela administradora do aterro durante visita técnica.

A Figura 2 apresenta o esquema simplificado da planta da usina termelétrica e apresenta o circuito base, sem cogeração, de operação de um conjunto moto-gerador.

Figura 2 - Planta da usina: Sem cogeração.

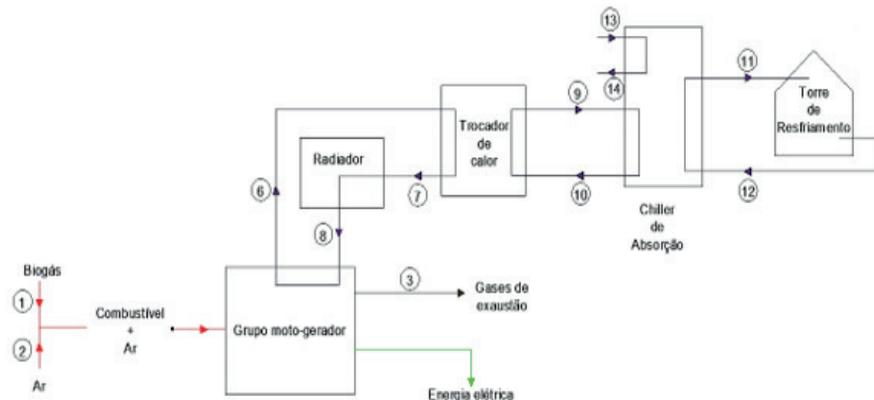


Fonte: Autoria própria (2016).

A energia térmica aproveitada para a cogeração advém somente do sistema de refrigeração do motor e não da energia

dos gases de exaustão. Na usina, somente quatro moto-geradores estão associados ao sistema de cogeração. O circuito aproveita a água quente de refrigeração do motor, onde o fluxo da água quente resultante é direcionado ao *chiller* de absorção.

Figura 3 - Planta da usina: Com cogeração.



Fonte: Autoria própria (2016).

Adotou-se então os dados obtidos na usina e no aterro metropolitano escolhido para simular as condições de operação do aterro simulado para a região do Recôncavo da Bahia.

Análise termodinâmica

A Primeira Lei da Termodinâmica refere-se às trocas energéticas entre o fluido de trabalho e a vizinhança, que ocorrem na forma de calor (Q) e trabalho (W), como descreve Viana Junior (1999). A análise energética de uma planta requer basicamente a realização de balanços de massa e energia e a definição da eficiência através da Primeira e Segunda Lei da Termodinâmica, para isso, necessita-se a delimitação do volume de controle para cada um dos equipamentos que compõe a determinação sistema em questão.

Balanco de massa e energia para grupo moto-gerador

Segundo Arteaga (2010), os balanços de massa e energia para o volume de controle de um motor de combustão interna, em condições de regime permanente e sem transferência de calor para suas vizinhanças em um sistema de cogeração, onde é considerada a recuperação da energia térmica, conforme apresentado na Equação 1.

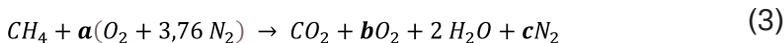
$$\dot{m}_{ge} = \dot{m}_{biogás} + \dot{m}_{ar} \quad (1).$$

Cuja vazão mássica dos gases de exaustão (\dot{m}_{ge}) é a soma das vazões mássicas de entrada biogás ($\dot{m}_{biogás}$) e do ar (\dot{m}_{ar}) no volume de controle específico.

Analisando o volume de controle e considerando as taxas de energia contidas no sistema é possível caracterizar o sistema como o potencial energético do combustível que entra no volume de controle, apresentado na Equação 2, neste caso o biogás, igual a soma da potência produzida pelo motor (\dot{W}_{motor}), da taxa de energia térmica contida nos gases de exaustão (\dot{E}_{ge}) e das taxas de energia térmica de refrigeração aproveitada (\dot{E}_{ra}) e não aproveitada (\dot{E}_{rna}), além das perdas em forma de energia do motor (P).

$$\dot{E}_{biogás} = \dot{W}_{motor} + \dot{E}_{ge} + \dot{E}_{ra} + \dot{E}_{rna} + P \quad (2).$$

Para a taxa de energia térmica dos gases de exaustão é necessária a análise da reação de combustão a qual ocorrerá a queima do biogás. A estimativa da composição dos gases de exaustão e o cálculo do calor específico podem ser realizados a partir do balanceamento da equação da reação do gás metano considerando uma mistura pobre e queima total do combustível, conforme apresentado nas Equações 3 e 4.



No entanto, se considerarmos uma proporcionalidade entre a mistura ar/combustível (A/C) para a mistura estequiométrica, é possível calcular a partir das frações molares do balanceamento da equação de combustão e massas molares do ar e combustível e obtermos um novo balanço mássico que depende unicamente do valor da vazão mássica de entrada do biogás, apresentados nas Equações 5 e 6.

$$AC = \frac{(1 + 3,76)}{1} \times \frac{MM_{ar}}{MM_{CH_4}} \times \alpha \quad (5)$$

$$\dot{m}_{ar} = \dot{m}_{biogás} \times \dot{m}_{ar} \quad (6).$$

Eficiência Energética

Conforme Shapiro *et al.* (2014), o desempenho de um sistema que percorre um ciclo de potência pode ser descrito em termos da extensão na qual a energia adicionada por calor ao sistema, $Q_{entrada}$ é convertida em trabalho líquido na saída, W_{ciclo} . Considerando um volume de controle específico, as equações de eficiência do sistema podem variar a depender de qual energia de entrada e resultante serão utilizadas.

Arteaga (2010) explica que é necessário o cálculo específico da eficiência energética quando se utiliza um sistema de cogeração, a eficiência energética ou também chamada de fator de utilização de energia (FUE) do sistema global é a relação entre a energia dos produtos e energia do combustível. Neste caso, define-se o rendimento do ciclo com cogeração, conforme a Equação 6 abaixo:

$$\eta = FUE_{coge} = \frac{W_{ciclo} + \dot{Q}_{processo}}{\dot{Q}_{entrada}} = \frac{W_{ciclo} + \dot{E}_{ra}}{\dot{E}_{biogás}} \quad (7).$$

Resultados e discussões

A descrição dos resultados deste trabalho compreendeu a análise dos valores das eficiências térmicas obtidas na simulação computacional, estudo energético do consumo de cidades na região do Recôncavo Baiano e a viabilidade da utilização do método de simulação termodinâmica. Os resultados das simulações realizadas foram comparados às eficiências obtidas com base em uma unidade de central termoelétrica operando com biogás proveniente de um aterro sanitário operacional na capital baiana, com objetivo de verificar o caráter quantitativo das simulações e demanda energética da cidade de um município localizado na região do Recôncavo Baiano, além de abranger cidades adjacentes.

Análise dos rendimentos

As eficiências dos ciclos termodinâmicos (com e sem cogeração) e o coeficiente de eficácia do *chiller* de absorção são apresentados na Tabela 3. A eficiência do ciclo obtida é de 34,6 %, utilizando os dados de entrada apresentados na seção. Este resultado de eficiência está dentro da faixa esperada para este ciclo termodinâmico sem cogeração, onde, segundo Barja (2006), o rendimento do ciclo de geração de energia sem cogeração nos motores Otto alcançam valores em torno de 35%.

Tabela 3 - Eficiências obtidas na simulação.

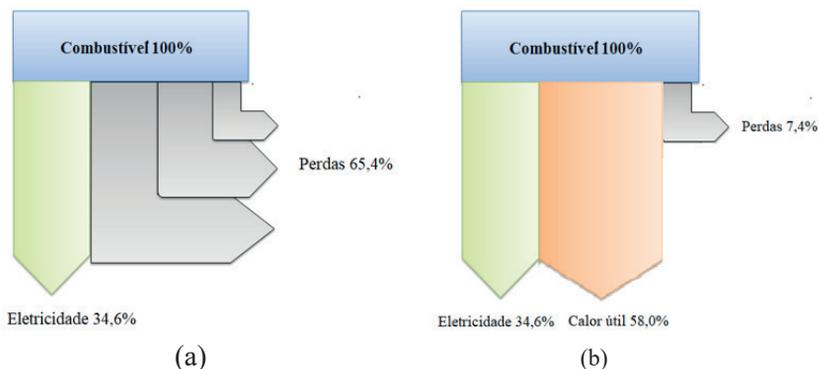
Dados	Valor
Eficiência do ciclo	34,59 %
Eficiência do ciclo com cogeração	58,03 %
Coeficiente de eficácia do <i>chiller</i> de absorção	0,69

Fonte: Autoria própria (2016).

Com o acréscimo do sistema de refrigeração por absorção, utilizando um *chiller*, o ciclo termodinâmico tende a aumentar sua eficiência. Com a configuração simulada, o valor obtido foi de 58%. De acordo com o INEE (2016), as eficiências encontram-se no intervalo entre 50% a 60%, desta forma, o resultado encontra-se dentro do esperado pela literatura.

Realizando uma comparação entre os sistemas, para a mesma quantidade de combustível, o primeiro sistema da Figura 4 apresenta eficiência elétrica de 34,6%, totalizando as perdas em 65,4%. Quando utilizado o calor perdido com o processo de cogeração agregado, observa-se que a eficiência elétrica se mantém inalterada e as perdas totais decrescem a um valor de 7,4% devido a utilização do calor residual do processo. Na análise realizada da planta de geração de energia elétrica com sistema de cogeração agregado baseou-se no aproveitamento da água quente do sistema de refrigeração do motor.

Figura 4 - Balanços térmicos de planta de geração dos sistemas simulados, a) Sem cogeração e b) Com cogeração.



Fonte: Autoria própria (2016).

A última eficiência calculada pelo simulador é o denominado COP (*coefficient of performance*, na língua inglesa). O coeficiente de eficácia do *chiller* de absorção é definido pela razão entre o calor retirado do evaporador e o calor inserido no gerador. Além disto, conforme afirma Menna (2008), em um sistema de simples efeito (ou simples estágio) o COP possui valor próximo a 1.

Estudo energético do consumo de cidades do recôncavo baiano

Foi realizado também um estudo de implementação teórica de uma central termelétrica utilizando gás de aterro sanitário como combustível. O objetivo proposto é atender a demanda elétrica de um município localizado na região do Recôncavo da Bahia, denominado município A.

Como premissa para a implantação desta usina termelétrica associada ao aterro sanitário do município A foram assumidos os valores de vazão de biogás apresentados na simulação termodinâmica. Em seguida, foi realizada a caracterização da oferta e demanda elétrica dos respectivos municípios com base nos dados do Sistema de Informações Municipais, apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Consumo de energia elétrica em alguns municípios do Recôncavo da Bahia durante o ano de 2014.

Município	Consumo elétrico (MWh/ano)
A (Estudado)	60.792
B	115.952
C	39.804
D	9.970
E	16.418

Fonte: Adaptado de Sistema de Informações Municipais - SEI (2016).

Para a análise considerou-se a oferta da usina termelétrica é de 20 MW, com configuração de 20 conjuntos motogeradores de 1MW

cada operando em plena carga. Foi mantida a mesma configuração estabelecida na simulação computacional, e foram avaliados os dois seguintes cenários:

Cenário 1: Considerando a ofertada de energia elétrica de 20 MWh gerada pela usina simulada e a tendo como premissa a o consumo elétrico do município A.

Cenário 2: Considerando que a oferta 20 MWh seja superior ao consumo do município A. Neste caso, foi considerado que o somatório dos consumos elétricos (ver Tabela 4) dos municípios adjacentes ao município A seriam atendidos pela oferta excedente produzida pela central termelétrica simulada.

Ambos os cenários apresentaram os dados de potência de geração de energia elétrica considerando esta configuração de aterro sanitário e usina termelétrica. São utilizadas desta forma por estas representarem um potencial de produção real baseado em um aterro metropolitano na capital baiana. Os resultados dos dois cenários são discutidos abaixo:

Para o primeiro cenário, a simulação indicou que há um excedente de 65% da oferta da energia elétrica. Ou seja, a demanda de consumo elétrico do município A, acrescida de um fator de segurança de 10%, seria equivalente à operação de 8 conjuntos motogeradores. Desta forma, uma unidade de geração de energia elétrica aproveitando o biogás com uma configuração de 2 motogeradores seria um projeto superdimensionado.

Para o segundo cenário, a análise resultou em satisfazer o excedente simulado inicial de 20 motores, assim como é realizado no aterro metropolitano (referencial para este estudo). Desta forma, atendendo as demandas de consumo elétrico de 5 municípios do Recôncavo Baiano. Entretanto, a partir do resultado deste cenário, foi identificado que a oferta de 20 MWh seria insuficiente para atender à demanda das cinco cidades.

Extrapolando a proposto do cenário 2, uma possível alternativa seria de aumentar a produção de biogás, ampliando assim sua vazão final. Para tanto, seria necessário identificar todas as vazões dos aterros sanitários dos municípios e avaliar então a possibilidade de unificação de todos os resíduos coletados em um único aterro, com uma vazão final de biogás suficiente para atender à demanda de consumo elétrico dos 5 municípios (A, B, C, D e E). Porém, a medição das vazões de biogás não foi contemplada no escopo do presente trabalho. Sendo assim, não foi possível ampliar esta discussão.

Embora os dados considerados sejam divergentes em relação aos do município selecionado, devido principalmente à geração do biogás pelo aterro da cidade, estes podem ser utilizados como base para o dimensionamento de centrais termelétricas operando com biogás de aterro.

Conclusão

Este trabalho teve como objetivo desenvolver uma ferramenta de simulação termodinâmica, analisar a proposta de utilização de biogás de aterro sanitário em uma central de potência de condições pré-determinadas e auxiliar no mapeamento dos cenários de demanda energética associado ao município do recôncavo baiano estudado como fonte de energia alternativa. Baseado nas configurações iniciais definidas, foram realizadas simulações de uma central de potência operando com biogás proveniente de um aterro sanitário. Os resultados obtidos para as eficiências termodinâmicas apresentam valores coerentes com a literatura. O mesmo ocorre para os resultados simulados do coeficiente de eficácia.

Em função das condições iniciais, as simulações demonstraram que com os dados de biogás selecionados e a configuração da central de potência, a energia elétrica produzida com base neste biocombustível excederia a demanda do município definido como

objeto do estudo. Em seguida, foi proposto um segundo cenário para avaliação, estendendo o potencial total de geração para um cenário englobando cinco municípios, baseado nas suas demandas energéticas. Porém, a premissa da vazão de biogás foi identificada como insuficiente e desta forma, a potência final não foi suficiente para suprimir a demanda elétrica das cinco cidades.

A simulação termodinâmica torna viável o teste de diversas configurações e sua técnica e layout simples proveem cálculos termodinâmicos importantes e interface composta por fluxograma que são características fundamentais para interpretação dos dados, objetivando a avaliação energética do ciclo termodinâmico. Este trabalho contribui com uma simulação de um cenário de aproveitamento energético do potencial de utilização do biogás proveniente de um aterro sanitário de um município localizado na região do recôncavo da Bahia, demonstrando através de estudo a viabilidade termodinâmica baseada em uma unidade operacional existente e traz uma gama de possibilidades à simulação termodinâmica de um combustível potencialmente útil e não aproveitado na região.

Referências

ARTEAGA, J. A. F. **Análise energética e exergética de um sistema de cogeração com motores de combustão interna.** Campinas: UNICAMP, 2010. 154 p. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

BARJA, G. de J. A. **A cogeração e sua inserção ao sistema elétrico.** 2006. 157 p. Dissertação de Mestrado, Publicação ENM. DM 100A/06, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

CAROLINO, C. G. **Análise energética e exergética de um processo de valorização de biogás.** 2011. 105 p. Dissertação (Mestrado)

em Engenharia do Ambiente). Escola Superior de Biotecnologia – Universidade Católica Portuguesa. Porto, Portugal.

INSTITUTO NACIONAL DE EFICIENCIA ENERGETICA. **Geração Distribuída e cogeração**. INEE. 2016. Disponível em: <http://www.inee.org.br/forum_co_geracao.asp?Cat=forum>. Acesso em: 25 Abril 2016.

MENNA, M. R. M. **Modelagem e análise de custo de sistemas de refrigeração por absorção**. 2008. 138 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Química, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo - PR, 2008.

SHAPIRO, Howard N., MORAN, Michael J., BOETTNER, Daisie D., BAILEY, Margaret B. **Princípios de termodinâmica para engenharia**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. xi, 819p.

VIANA JÚNIOR, Lideir. **Cogeração – Desenvolvimento de metodologia para avaliação energética**: Estudo de caso aplicado a indústria de papel e celulose. 1999. 121 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, PUC, Minas Gerais, 1999.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA – SEI. **Sistema de Informações Municipais**. Disponível em: <<http://sim.sei.ba.gov.br/sim/index.wsp>>. Acesso em: 28 Jun. 2016.

Análise de precisão de detectores e descritores em imagens

*Samuel Rebouças de Jesus
Walber Conceição de Jesus Rocha
João Carlos Nunes Bittencourt*

Introdução

Os seres humanos dispõem de recursos intrínsecos que os robôs não apresentam, dentre os quais destaca-se a capacidade de perceber o ambiente a partir de um sensor visual. Ao longo das últimas décadas, técnicas e métodos de simulação de visão computacional em sistemas robóticos têm sido desenvolvidos (ALMEIDA, 2018; CHAO ZHOU; YUCHENG WEI; TIENIU TAN, 2003; COUTO, 2012), permitindo que os mesmos possam extrair informações de modo a entender o ambiente a partir da utilização de câmeras e sensores. No entanto, tais aplicações ainda apresentam limitações, principalmente quando precisam simular funções intrínsecas dos seres humanos. Adicionalmente, com o advento de novas plataformas portáteis e tecnologias de baixo desempenho, torna-se necessária a análise do custo computacional de tais técnicas, tendo em vista subsidiar tomadas de decisão por parte de projetistas de sistemas robóticos.

A visão computacional tornou-se uma tecnologia chave em várias áreas do conhecimento, e tem sido utilizada como elemento central de um vasto número de aplicações, atualmente. Mais especificamente, a extração de características de imagens retrata uma área essencial da visão computacional. Dentro desse contexto, destacam-se os mecanismos de detecção de características (*feature detection*) e descrição de características (*feature description*). Tais abordagens apresentam algoritmos capazes de extrair características

de imagens, transformando dados visuais em informações as quais sistemas computacionais são aptos a manipular (HASSABALLAH; AWAD, 2016).

Um grande conjunto de métodos para detecção, descrição e correspondência de características em imagens tem sido propostos e validados nas últimas décadas (AHMADABADIAN et al., 2013; BAY; TUYTELAARS; VAN GOOL, 2006; CALONDER et al., 2010; LOWE, 1999; RYU; LEE; PARK, 2011). Uma diversidade de aplicações que utilizam desde computadores móveis até sistemas robóticos demandam por mecanismos de detecção de objetos (SCHMIDT; KRAFT; KASIŃSKI, 2010).

Neste sentido, trabalhos que formalizam uma análise sistemática, produzindo dados que expressam a precisão destes algoritmos representa significativa importância, uma vez que aplicações desta natureza não devem desperdiçar recursos obtendo resultados insatisfatórios em decorrência das suas limitações intrínsecas de processamento e complexidade computacional. Uma análise semelhante realizou um estudo acerca da precisão dos algoritmos descritores, determinando o impacto de sua aplicação durante o processo de localização e mapeamento simultâneo do ambiente (VSLAM), não considerando, entretanto, a eficiência geral dos algoritmos estudados (HARTMANN; KLÜSSENDORFF; MAEHLE, 2013).

Este capítulo tem como objetivo apresentar dados que possibilitem realizar uma análise do nível de precisão obtido a partir da combinação de algoritmos detectores e descritores de características quando aplicados em imagens estáticas. Para tanto foi necessário relacionar os dados oriundos da aplicação dos algoritmos, viabilizando assim definir quais as melhores opções de uso em um dado projeto.

O restante deste capítulo é organizado da forma que segue: a Seção 2 descreve os materiais e métodos empregados no desenvolvimento do trabalho; a Seção 3 apresenta os principais

resultados da pesquisa e uma análise dos dados obtidos; as conclusões e perspectivas de trabalhos futuros são apresentadas na Seção 4.

Método

O sistema de software projetado para a realização das análises foi desenvolvido em linguagem de programação Python, versão 2.7, utilizado em conjunto com a biblioteca OpenCV, versão 3.2.0, para implementação das funções referentes à visão computacional e processamento de imagem. Mediante investigação e análise preliminares, foram escolhidos seis algoritmos detectores e cinco algoritmos descritores tais quais apresentados na Tabela 1, resultando assim em um total de trinta combinações entre algoritmos de detecção/descrição de características.

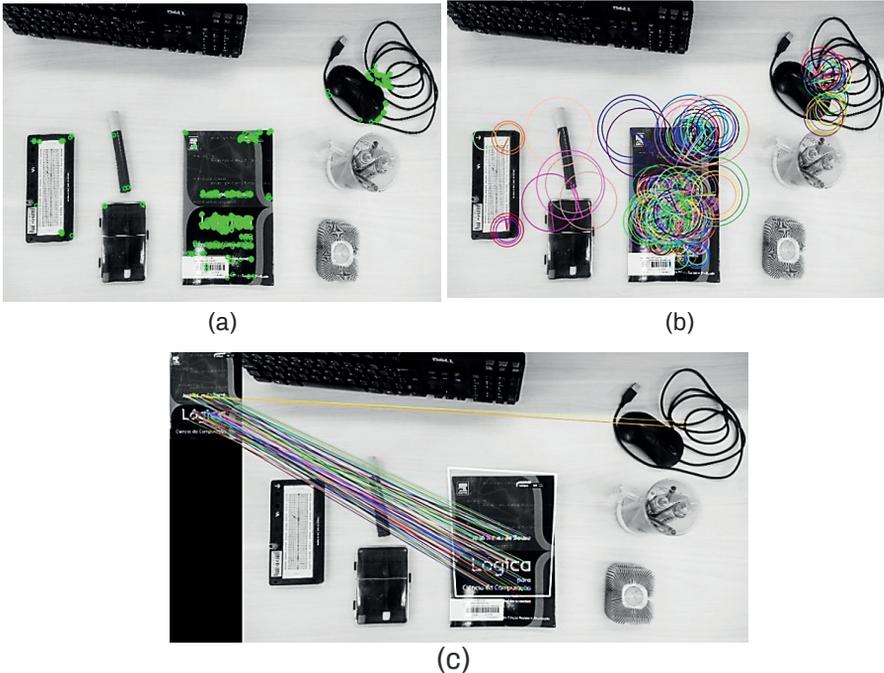
O sistema de extração de característica foi organizado a partir de três componentes principais. O primeiro consiste da utilização do algoritmo detector para obter os pontos de interesse na imagem analisada (*key points*). A Figura 1a expressa uma imagem após a aplicação de um algoritmo detector. Cada círculo, destacado na cor verde, representa um ponto de interesse detectado pelo algoritmo. Posteriormente, aplica-se um algoritmo de descrição de características, representado na Figura 1b. Nesta imagem, cada ponto de interesse é representado por um círculo indicando seu tamanho e orientação.

Tabela 1 – Algoritmos escolhidos para o processo de análise.

Detector	Descritor
FAST	BRIEF
Harris	BRISK
ORB	FREAK
Shi-Tomasi	ORB
Star	SIFT
SURF	

Fonte: Autoria Própria (2020).

Figura 1 – Caracterização e correlação de uma imagem. (a) imagem após a aplicação do algoritmo detector. (b) resultado do processo de descrição de características. (c) resultado da correspondência utilizando o método força bruta



Fonte: Autoria Própria (2020).

O presente trabalho visa fornecer informações de precisão associados aos algoritmos de detecção e descrição de características. Deste modo, torna-se necessário realizar a correlação entre uma imagem de referência e um conjunto de imagens de rastreamento, com o propósito de obter pontos que apresentem as mesmas características. Para tanto, optou-se pelo uso do método força bruta da biblioteca do OpenCV, denominado BFMatcher (“Feature Matching — OpenCV 3.0.0-dev documentation”, 2014). Este método utiliza os dados referentes ao descritor de uma imagem de referência, relacionando-o com o descritor da imagem de rastreamento a ser analisada. A Figura 1c expressa o resultado da utilização do correspondente de força

bruta BFMatcher entre uma imagem de referência (à esquerda) e uma imagem de rastreo. Mediante a utilização dos dados retornados do descritor, é possível obter os pontos correspondentes entre as duas imagens. Com base nesses dados, obtêm-se uma métrica de precisão para um dado algoritmo, a qual pode ser utilizada para medir a sua eficiência geral.

A partir da análise do resultado apresentado na Figura 1c, observa-se que ao redor do objeto de correspondência foi produzido um contorno correspondente à forma geométrica aproximada do mesmo. O método utilizado para este processo é denominado homografia (OPENCV, 2020). Segundo Elan Dubrofsky (2009), a homografia é um mapeamento invertível de pontos e linhas no plano projetivo P^2 . Tal transformação está associada à colineação, projetividade e transformação projetiva planar. Portanto, ao passar o conjunto de pontos definidos como correspondências entre as imagens, este processo definirá a transformação de perspectiva, sendo possível definir, ao menos, quatro pontos de referência deste objeto. Tal processo permite que seja traçado o contorno do mesmo na forma de uma representação poligonal. O processo de homografia, portanto, possibilita utilizar os dados obtidos pela dupla detector/descritor para a localização e rastreo de objetos em uma imagem, ou em um fluxo de imagens.

Análise de precisão dos algoritmos

A análise de precisão dos algoritmos tem por finalidade aferir a qualidade dos resultados obtidos a partir da combinação dos algoritmos descritores e detectores. O conjunto de imagens adotado neste trabalho foi analisado tendo em vista obter as relações de pontos semelhantes entre elas. Dessa forma, a quantidade de pontos semelhantes obtidos, juntamente com a informação acerca

de quantos destes pontos foram detectados corretamente, conduzem a uma análise quantitativa dos resultados de precisão associados a cada combinação de algoritmos.

A partir das correspondências obtidas por meio do sistema de extração de características, a definição da precisão dos algoritmos acrescenta apenas a análise referente a posição das correspondências. O fluxo descrito na Figura 2 consiste na verificação de cada correspondência obtida, e na determinação referente à área onde o objeto está localizado.

Figura 2—Diagrama de representação do teste de precisão no sistema de análise.



Fonte: Autoria Própria (2020).

Para cada imagem utilizada durante os testes, a região a qual o objeto de referência se encontra é diferente. Devido a essa característica, tais regiões foram previamente identificadas e fornecidas como parâmetro de entrada para o sistema de análise. Quando os pontos relacionados expressam a mesma região, tal correspondência é computada como correta (match). Ao final deste processo, observa-se a quantidade de correspondências obtidas e o total de correspondências corretas obtidas em cada uma das treze imagens pertencentes ao conjunto. Tendo em vista realizar uma análise justa dos algoritmos, esse conjunto de imagens não levou em consideração aspectos de variância, tais como rotação, distância e luminosidade.

Em detrimento das distinções operacionais de cada algoritmo, a quantidade de correspondências obtidas durante os testes apresentava uma média de distribuição desigual, dada em razão

dos diferentes métodos de obtenção dos pontos chave. Deste modo, julgou-se necessário limitar a quantidade de *matches* analisados para cada par de algoritmos até um máximo de 150 correspondências. Deste modo não houve interferência na análise dos algoritmos que apresentavam uma quantidade elevada de correspondências.

Resultados e discussões

Os testes realizados ao longo desta pesquisa relacionaram dados referentes à quantidade de correspondências obtidas e correspondências corretas, apresentados na Tabela 2. Além disso, o estudo permitiu extrair a capacidade de rastreamento de objetos, dada a partir do total de correspondências corretas entre as imagens testadas. Entretanto, analisar apenas os dados de identificação e rastreamento isoladamente não é suficiente para realizar uma análise contundente a respeito da eficiência geral das combinações de algoritmos. Diante disso, relacionaram-se os dados de forma a produzir valores percentuais referentes à relação entre a quantidade de correspondências obtidas e correspondências corretas. Tais informações são expressas na Tabela 3.

Tabela 2–Quantidade de correspondências obtidas (T) e correspondências corretas (A).

	BRIEF		BRISK		FREAK		ORB		SIFT	
	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A
FAST	150	139	150	95	150	115	150	123	150	141
Harris	19	15	29	14	24	15	19	14	35	14
ORB	150	141	145	135	93	92	150	138	150	139
Shi-Tomasi	39	29	49	34	40	27	36	25	48	33
Star	45	32	47	25	42	28	44	26	46	37
SURF	150	110	150	117	150	107	150	96	150	142

Fonte: Autoria Própria (2020).

O padrão de distribuição da quantidade de acertos obtidos a partir da junção dos algoritmos expressa influência direta dos algoritmos detectores. Quanto mais pontos de interesse são detectados, maiores são as chances de obter a correlação entre uma imagem de referência e imagem de rastreo. Entretanto, a influência dos algoritmos descritores nesse aspecto também deve ser considerada. A descrição de cada ponto de interesse produz informações sobre o mesmo. Além disso, quanto mais evidentes forem essas informações, maior a chance de pontos semelhantes serem relacionados.

A influência dos algoritmos descritores pode ser identificada analisando a Tabela 2, mais especificamente, a linha referente ao algoritmo detector ORB. Ao ser utilizado em conjunto com os algoritmos descritores BRIEF, BRISK, ORB e SIFT, a quantidade de acertos obtidos foi igual ou próxima do limite estipulado. Ao utilizar este algoritmo detector em conjunto com o descritor FREAK, a quantidade de acertos foi relativamente menor, denotando uma seletividade na correlação dos pontos de interesse em comparação com as outras combinações. Tal informação é evidenciada a partir da análise da Tabela 3, que expõe 99% de acerto das correspondências obtidas para esta combinação.

Na Tabela 3, a maior parte dos algoritmos avaliados apresentaram uma porcentagem de acerto para as correspondências detectadas elevada. Entretanto, este valor não representa apenas um dado quantitativo, uma vez que quanto maior a porcentagem de correspondências corretas detectadas entre duas imagens, maiores também serão as chances do objeto rastreado ser detectado, denotando assim a qualidade dos pontos obtidos na detecção.

Tabela 3–Percentual de correspondências corretas dos pares de algoritmo.

	BRIEF	BRISK	FREAK	ORB	SIFT
FAST	89,54%	63,54%	76,72%	82,21%	94,05%
Harris	76,83%	48,18%	63,01%	73,64%	41,18%
ORB	94,62%	93,04%	99,00%	92,15%	93,18%
Shi-Tomasi	75,05%	69,20%	69,35%	69,15%	68,89%
Star	71,09%	54,34%	67,03%	60,35%	81,00%
SURF	73,59%	78,05%	71,54%	64,00%	94,92%

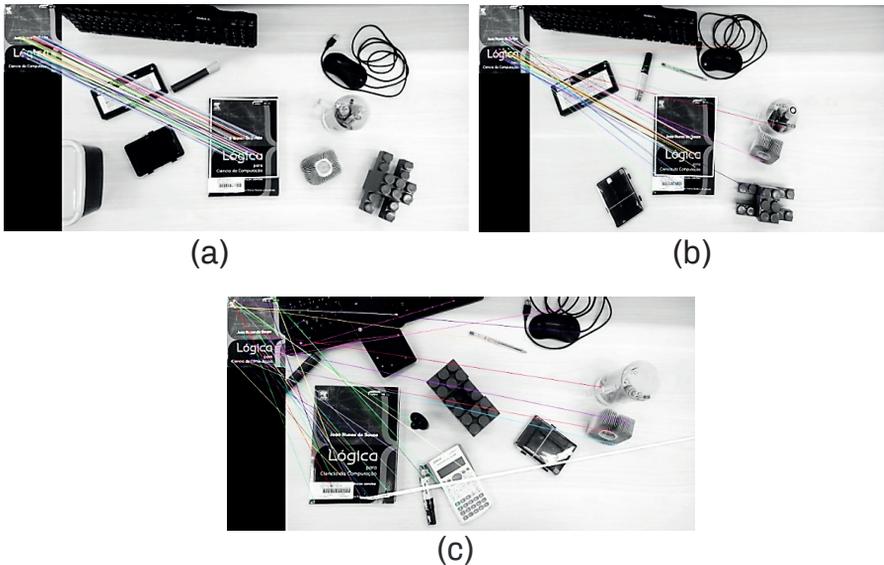
Fonte: Autoria Própria (2020).

Ao avaliar os resultados apresentados nas imagens após o processo de correlação das mesmas, foi verificado que 60% dos algoritmos apresentaram aproveitamento acima de 70% ao detectar o objeto nas diferentes imagens utilizadas. Por outro lado, os algoritmos oriundos da junção do detector Harris com descritor BRISK e detector Harris com descritor SIFT, por exemplo, apresentaram um percentual abaixo da média, apresentando assim os resultados menos eficientes em relação às taxas de acerto para as correspondências detectadas.

Durante o processo de análise, foram utilizadas treze imagens para cada par de algoritmos, de forma tal que cada imagem evidencie as correspondências obtidas. A Figura 3a representa o resultado de uma imagem analisada pelo algoritmo detector ORB em conjunto com o algoritmo descritor FREAK. Verifica-se que as correspondências obtidas estão concentradas no objeto alvo da análise, corroborando o percentual de precisão referido na Tabela 3. Mesmo esta mesma combinação de algoritmos não alcançando o número máximo de correspondências estabelecida como métrica de análise, as mesmas denotaram satisfatória qualidade, demonstrando que a quantidade de correspondências obtidas e a assertividade das mesmas não necessariamente são grandezas diretamente proporcionais.

A Figura 3b corresponde à combinação dos algoritmos Star e BRIEF. Pode-se notar, neste caso específico, a forma com que as correspondências obtidas estão dispersas, uma vez que este par apresentou 71,09% de acerto em relação às correspondências detectadas. No entanto, observa-se que, apesar da captura das falsas correspondências, o objeto foi selecionado corretamente, não afetando assim a detecção do mesmo. Uma vez que a homografia foi bem-sucedida, a utilização de algoritmos com essa taxa de precisão possibilita o desenvolvimento de aplicações de rastreamento.

Figura 3—Amostra de resultados obtidos durante o teste de precisão.



Fonte: Autoria Própria (2020).

Por fim, a Figura 3c representa a combinação entre os algoritmos Harris e SIFT. Observa-se que as correspondências estão, em sua maioria, dispersas e equivocadas, corroborando com o percentual de 41,18% de correspondências corretas, indicado na Tabela 3. Devido à baixa qualidade dos dados obtidos, a identificação correta do objeto foi comprometida.

Conclusão

Nas aplicações de visão computacional, a precisão é um fator determinante no sentido de expressar a eficiência de um dado sistema. À luz de tal afirmação, ser capaz de analisar, extrair características de imagens e correlacionar padrões representa demasiada importância, uma vez que a definição das coordenadas de um dado objeto no ambiente pode ser determinada como uma informação crítica.

O presente trabalho apresentou uma análise da eficiência dos principais algoritmos descritores e detectores de características presentes na literatura, e como a combinação de entre eles exerce influência na eficiência de um sistema. A partir dos dados obtidos ao longo da referida análise, constatou-se a influência que os algoritmos detectores exercem sobre a quantidade de correspondências capturadas. Mediante avaliação de eficiência, foram definidas combinações de algoritmos que apresentam os melhores resultados em relação à precisão. Neste sentido, as combinações obtidas a partir do detector ORB e as combinações entre detector/descritor SURF/SIFT e FAST/SIFT apresentaram resultados que expressam uma qualidade superior em relação às demais combinações.

A principal limitação imposta durante o processo de análise caracteriza-se pela ausência de variância em relação a rotação, luminosidade e distância nas imagens utilizadas. Tal restrição foi definida tendo em vista uma análise justa dos algoritmos, uma vez que nem todos caracterizam-se por serem sensíveis a tais variâncias. Deste modo, a análise de precisão e desempenho dos algoritmos é restrita a um cenário “ideal”, no qual a câmera e o objeto estejam sempre perpendiculares, à uma distância favorável e em boas condições de luminosidade.

A partir do desenvolvimento do trabalho apresentado neste capítulo, vislumbra-se a construção de plataformas de rastreamento de objetos nas quais propriedades como rotação, luminosidade,

distância e ruído não influenciem no processo de correlação das imagens. Além disso, torna-se evidente uma avaliação criteriosa dos algoritmos selecionados, considerando-se correspondências sensíveis à rotação e outras não idealidades.

Referências

AHMADABADIAN, A. H. et al. *A comparison of dense matching algorithms for scaled surface reconstruction using stereo camera rigs*. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, v. 78, p. 157–167, 1 abr. 2013.

ALMEIDA, A. F. DE. **Implementação de algoritmo de visão computacional para comunicação entre membros de um enxame de robôs**. 2018. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecatrônica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

BAY, H.; TUYTELAARS, T.; VAN GOOL, L. SURF: *Speeded Up Robust Features*. (A. Leonardis, H. Bischof, A. Pinz, Eds.) Computer Vision – ECCV 2006. Anais...: Lecture Notes in Computer Science. Berlin, Heidelberg: Springer, 2006

CALONDER, M. et al. BRIEF: *Binary Robust Independent Elementary Features*. (K. Daniilidis, P. Maragos, N. Paragios, Eds.) Computer Vision – ECCV 2010. Anais...: Lecture Notes in Computer Science. Berlin, Heidelberg: Springer, 2010

CHAO ZHOU; YUCHENG WEI; TIENIU TAN. *Mobile robot self-localization based on global visual appearance features*. 2003 IEEE International Conference on Robotics and Automation (Cat. No.03CH37422). Anais... In: 2003 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ROBOTICS AND AUTOMATION (CAT. NO.03CH37422). set. 2003

COUTO, L. N. **Sistema para localização robótica de veículos autônomos baseado em visão computacional por pontos de**

referência. Mestrado em Ciências de Computação e Matemática Computacional—São Carlos: Universidade de São Paulo, 18 maio 2012.

ELAN DUBROFSKY. *Homography Estimation. Homography Estimation*, 2009.

_____ *FeatureMatching—OpenCV3.0.0-devdocumentation*. Disponível em: <https://docs.opencv.org/3.0-beta/doc/py_tutorials/py_feature2d/py_matcher/py_matcher.html>. Acessoem: 15 jun. 2020.

HARTMANN, J.; KLÜSSENDORFF, J. H.; MAEHLE, E. **A comparison of feature descriptors for visual SLAM**. 2013 European Conference on Mobile Robots. Anais... In: 2013 EUROPEAN CONFERENCE ON MOBILE ROBOTS. set. 2013

HASSABALLAH, M.; AWAD, A. I. *Detection and Description of Image Features: An Introduction*. In: AWAD, A. I.; HASSABALLAH, M. (Eds.). . Image Feature Detectors and Descriptors: Foundations and Applications. Studies in Computational Intelligence. Cham: Springer International Publishing, 2016. p. 1–8.

LOWE, D. G. *Object recognition from local scale-invariant features*. Proceedings of the Seventh IEEE International Conference on Computer Vision. Anais... In: PROCEEDINGS OF THE SEVENTH IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER VISION. set. 1999

OPENCV. *OpenCV: Basic concepts of the homography explained with code*. Disponível em: <https://docs.opencv.org/master/d9/dab/tutorial_homography.html>. Acessoem: 15 jun. 2020.

RYU, J.-B.; LEE, C.-G.; PARK, H.-H. *Formula for Harris corner detector*. Electronics Letters, v. 47, n. 3, p. 180–181, fev. 2011.

SCHMIDT, A.; KRAFT, M.; KASIŃSKI, A. *An Evaluation of Image Feature Detectors and Descriptors for Robot Navigation*. In: BOLC,

L. et al. (Eds.). . Computer Vision and Graphics. Lecture Notes in Computer Science. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010. v. 6375p. 251–259.

Estudo do desempenho de diferentes rodas em um robô de sumô

*Rafael Santos Mercês
Ivanoé João Rodowanski*

Introdução

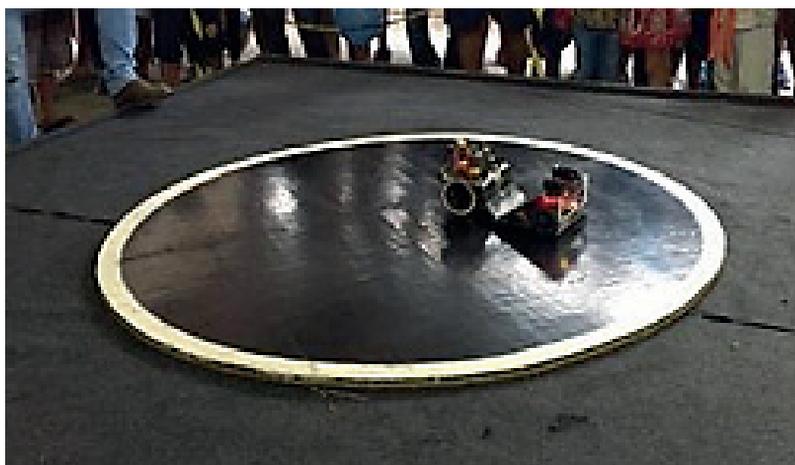
Em uma competição de Sumô de Robôs, dois robôs se enfrentam sobre um ringue de sumô, chamado *dojô*. Na categoria autônoma, os robôs entram em combate automaticamente em cinco segundos após o início do round autorizado pelo juiz. O vencedor do *round* é aquele que consegue deslocar o oponente para o lado de fora do *dojô*, e ganha a partida o robô que realiza este feito por duas vezes primeiro. A modalidade Sumô pode ser dividida em oito categorias, ou classes.

Nesta competição [...] em qualquer das categorias devem ser respeitados limites [...] como: peso máximo, limites dimensionais máximos e regras adicionais (MATARIC 2014, *apud* SANTOS, *et al.* 2016). Na modalidade 3kg autônomo, larguras e comprimentos tem limite máximo de 200mm e a massa limitada a 3000g.

Assim como no sumô humano, o *dojô* dos robôs também é redondo, porém é caracterizado pela cor predominante preta, circulada por uma faixa branca em sua borda como pode ser observado na figura 1. É no interior preto que acontecem as batalhas. A borda branca tem a função de guia para os robôs se localizarem e evitarem sair do *dojô*, que deve ter 1540mm de diâmetro, 25mm de espessura, 50mm de largura da borda branca, enquanto o material da superfície deve ser em madeira revestida com borracha ou aço com revestimento em poliuretano.

A ROBOCORE (2018) recomenda que haja a “área do Dojô” que é o meio onde mantém-se o dojô com um espaço apropriado para cada classe. Tal espaço não possui restrição de cor, porém deve ser grande o suficiente para que as pessoas se mantenham afastados do dojô durante a luta, como pode ser visto na figura1.

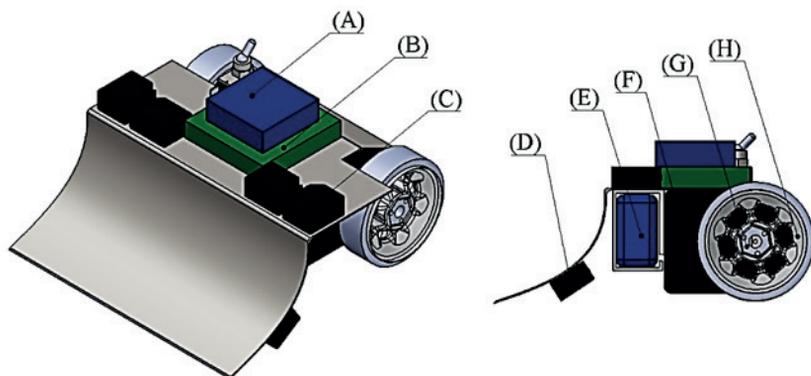
Figura 1 – Robôs competindo na modalidade sumô de robôs 3kg.



Fonte: Autoria própria (2019).

Tipicamente um robô de sumô autônomo, como o mostrado na figura 2, utiliza: controladores programáveis (A), que atuam como interface de programação e gerenciamento de instruções; ponte H (B), circuito responsável pelo o acionamento de motores; sensores ultrassônicos ou infravermelhos (C), nas partes frontal e lateral para identificar o oponente; sensores infravermelhos (D), para identificar a faixa branca do dojô; bateria (E), para suprimento energético do sistema; motor com caixa redução (F), através de um cubo de acoplamento (G) transferir torque as rodas (H) a fim de promover o deslocamento do robô.

Figura 2 – Projeto CAD 3D de um robô se sumô, vista isométrica e lateral com detalhe para os principais componentes.



Fonte: Autoria própria (2019).

Existem diferentes arquiteturas para o sistema de locomoção de um robô de sumô. Existem robôs com duas rodas, como o robô mostrado na figura 2, quatro, ou seis rodas, ou esteiras. Projetos com duas rodas paralelas são a geometria mais comumente encontradas em competições dessa modalidade.

Para a obtenção de um melhor desempenho em uma luta, é necessário o acoplamento de uma rampa na parte frontal do robô, como mostrados na figura 2, que possibilite deslocar o oponente do solo, e suficiente fricção com o piso, de maneira a tornar o ataque mais efetivo.

Eventualmente em alguns rounds os robôs permanecem se empurrando um ao outro sem que haja deslocamento efetivo. É neste momento em que o torque do motor e atrito entre as rodas e o solo, definido como tração, faz toda a diferença.

Um item de extrema importância é a composição do material da banda de rodagem das rodas do robô, pois segundo Soares (2008), *apud* JR., Barbosa e Cruz (2013) a tração é o impulso direcionado para a roda que gera o movimento. Oposto às tensões distribuídas na estrutura de componentes lineares (como fios, cordas

ou cabos), segundo Marçon (2018), para rodas, são consideradas outras características, como condições do solo, material da banda de rodagem e suas dimensões.

Souza 2015 define tração como: “a quantidade de força em que a roda pode aplicar na superfície antes de derrapar”. Rodas de diferentes materiais, apresentarão trações diferentes numa mesma superfície.

Com base na segunda lei de Newton que diz que força é igual a massa multiplicada pela aceleração (equação 1), e segundo Halliday e Resnick (2009), a força de atrito é dada pelo coeficiente de atrito multiplicado pela força normal do corpo (equação 2), pode-se estabelecer que a força de tração do robô é a mesma força de atrito entre suas rodas e o piso. Esta relação está expressa nas equações 3 e 4 que servirão de base para a realização dos experimentos deste trabalho.

$$F = m * a \quad (1)$$

$$F_{at} = \mu * F_n ; F_n = m * g \quad (2)$$

$$F_{at} = \mu_k * m * g \quad (3)$$

$$F_{at} = \mu_s * m * g \quad (4)$$

Onde:

F - Força	F_{at} - Força de atrito	μ - Coeficiente de atrito
m - Massa	F_n - Força normal	μ_k - Coeficiente de atrito cinético
a - Aceleração	g - Aceleração gravitacional	μ_s - Coeficiente de atrito estático

Partindo do pressuposto que os robôs dessa categoria já possuem a massa (m) máxima de 3kg (limitado pela regra), o caminho para aumentar efetivamente a tração das rodas, se faz através da busca por materiais que possuem maior aderência, logo

maior coeficiente de atrito (μ), com a superfície, nesse caso, o dojô de borracha (típico desta modalidade).

Há poucos fabricantes de rodas comerciais para Sumô de Robô no mercado internacional, no qual pode-se destacar: JSumo®, BaneBots® e Pololu®, enquanto no mercado nacional não há fornecedores, sendo necessária a importação.

Devido à falta de fornecedores de rodas no mercado nacional e o elevado custo de importação, uma alternativa é a confecção dessas por parte dos competidores. Muitos optam por aplicar uma banda de rodagem de borracha constituída de uma série de elásticos de dinheiros em paralelo ou pulseiras de silicone envolvendo uma roda genérica de plástico. Outros optam por rodas fabricadas com borracha de silicones ou poliuretano envolvendo um núcleo de alumínio ou plástico como realizado neste estudo.

Durante a pesquisa realizada para esse trabalho, percebeu-se a escassez de estudos científicos voltados para área de competições de robótica, principalmente à modalidade sumô de robô e o fato de não haver revistas científicas direcionadas e muito raras as publicações sobre o assunto. Não foi encontrado na literatura, metodologias para avaliar o desempenho das rodas de um robô.

O objetivo principal desse trabalho, é avaliar, dentre os materiais disponíveis para o estudo, qual deles oferece maior tração para rodas de robôs da modalidade sumô 3kg. Para o desenvolvimento desse trabalho foi necessário:

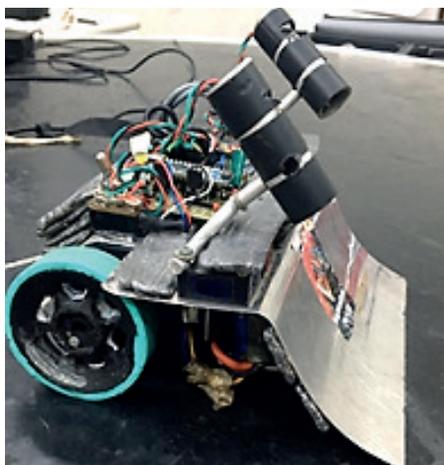
- ✓ Estudo da modalidade Sumo de Robôs;
- ✓ Estudo de materiais de composição das rodas;
- ✓ Obter rodas comerciais de diferentes materiais e durezas;
- ✓ Fabricar rodas com diferentes materiais e durezas;
- ✓ Obter a dureza da banda de rodagem com durômetro;
- ✓ Propor um método de aferição da transmissão de força

- entre a roda e o solo;
- ✓ Realizar testes com diferentes tipos de rodas.
- ✓ Analisar qual das rodas testadas apresentou melhor desempenho.

Método

O robô escolhido para a realização dos testes possui arquitetura de duas rodas paralelas com rampa na frente e é mostrado na figura 3. O dojô utilizado para os testes foi construído de uma placa de MDF revestido com borracha, mais usual nas competições na região nordeste do Brasil.

Figura 3 – Robôs utilizado nos testes.

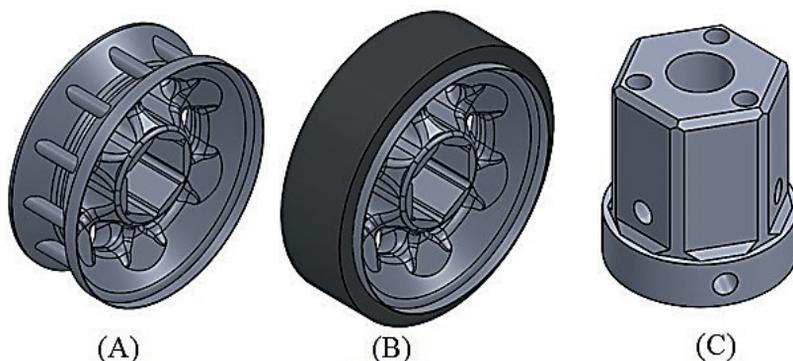


Fonte: Autoria própria (2019).

As rodas utilizadas, possuem dimensões comuns no mercado internacional 2,875" x 0,8" (73x20mm). Foram adquiridas para realização dos testes dois pares de rodas, com durezas diferentes, da fabricante norte-americana BaneBots® Wheels. Outras rodas utilizadas nos testes foram produzidas em laboratório e possuem

as mesmas dimensões das rodas comerciais, foram projetados em software CAD 3D, os núcleos foram fabricados em impressora 3D, e bandas de rodagem de materiais elastoméricos foram preenchidas em molde específico. A figura 4 apresenta a perspectiva isométrica das rodas fabricadas, sem a banda de rodagem (A), com banda de rodagem (B), e o cubo acoplador entre roda e o motor (C).

Figura 4 – Vista isométrica do modelo em 3 dimensões: Roda sem banda de rodagem (A), roda com banda de rodagem (B) e cubo de acoplamento roda-motor (C).



Fonte: Autoria própria (2019).

Para agilizar o processo de troca das rodas durante os experimentos foi necessário desenvolver um sistema de acoplamento de forma intercambiável da roda ao eixo do motor, para isso foi projetado um cubo de acoplamento sextavado, mostrada na figura 4(C), que foi posteriormente impresso em 3D em duplicata (um para cada lado), e fixados aos eixos dos motores do robô.

A partir do projeto CAD 3D das rodas, foi possível através das propriedades de volume, determinar o volume da banda de rodagem (figura 4 B), verificando que era necessário $32060,12 \text{ mm}^3$ ($\sim 32\text{ml}$) de material para preencher toda a parte flexível da roda.

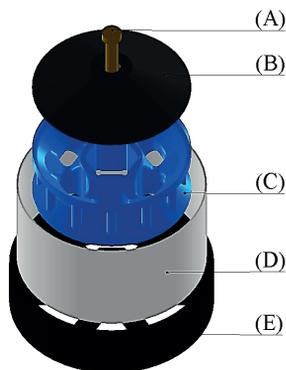
Após a impressão em 3D das partes rígidas das rodas (figura 4 A), foi necessário então o preenchimento das bandas de rodagem,

para isso foi necessário desenvolver um molde específico que permitisse o envase do elastômero preenchendo a cavidade do molde com a geometria requerida.

Os elastômeros adquiridos são comercializados em estado líquido viscoso e acompanhado de um agente catalizador, e endurece durante o processo de catálise e cura, possibilitando que este seja envasado antes da cura, esta técnica já é utilizada para produção de moldes para artesanato.

O molde desenvolvido, mostrado na figura 5 possui os seguintes componentes: (A) parafuso de fixação, (B) tampa em formato de “chapéu chinês”, (C) roda a ser preenchida, (D) tubo de PVC de 75mm de diâmetro com 50mm de comprimento e (E) base do molde que centraliza a roda. A base foi projetada de maneira a permitir o encaixe do tubo de PVC formando a parede lateral do molde e possui um guia sextavado na parte central para centralizar a roda no molde. Optou-se por utilizar um tubo de PVC na parte externa do molde para que se obtivesse uma superfície lisa na banda de rodagem e facilitar a desmoldagem, a figura 5 mostra o modelo CAD 3D do molde desenvolvido,

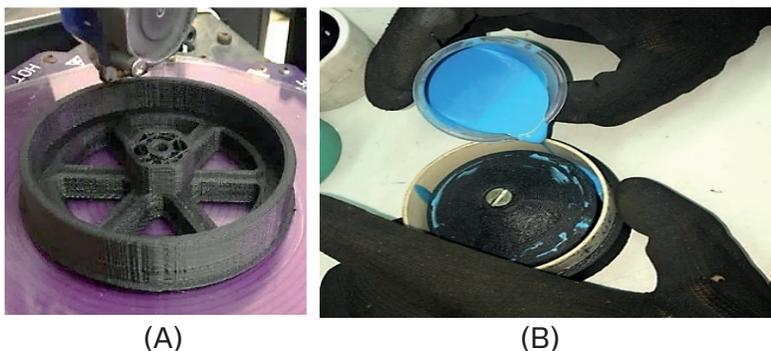
Figura 5 – Vista isométrica explodida do modelo CAD 3D do molde desenvolvido.



Fonte: Autoria própria (2019).

A figura 6 (A) mostra o processo de impressão 3D da base do molde. A figura 6 (B) mostra o processo de envase do elastômero no molde, esse procedimento de preenchimento precisa ser lento e cauteloso para evitar a formação de bolhas internas na banda de rodagem que pode prejudicar a forma e o desempenho.

Figura 6 – Impressão 3D da base do molde (A), envase da banda de rodagem (B).



(A)

(B)

Fonte: Autoria própria (2019).

O processo de impressão 3D dos núcleos das rodas e envase dos elastômeros, foi repetido diversas vezes a fim de produzir 5 pares de rodas com materiais distintos nas bandas de rodagem. Os materiais selecionados para fabricar as bandas de rodagem utilizadas foram adquiridos na forma líquida com seus respectivos catalizadores. O percentual de cada elemento da mistura catalizador-material foi obedecido rigorosamente segundo indicação do fabricante, que informa a dureza (em escala Shore A) de cada mistura após a cura.

As rodas utilizadas nos testes estão representadas na figura 7. A tabela 1 apresenta a dureza fornecida pelos fabricantes para cada material de roda fabricada e adquirida. As durezas das rodas adquiridas comercialmente (A e C da figura 7) foram consultadas na página web do fabricante. As rodas foram denominadas em ordem decrescente de dureza e conforme tabela 1.

Figura 7 – Rodas utilizadas nos testes, sendo A e C adquiridas prontas e B, D, E, F, G produzidas em laboratório.



Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 1 – Identificação, cor, dureza, material e fornecedor para cada roda testada.

Roda	Cor	Dureza* (Shore A)	Material	Fornecedor
A	Azul Escuro	50	Poliuretano	Roda - BaneBots
B	Bege	45	Poliuretano	MoldFlex
C	Verde Escuro	30	Poliuretano	Roda - BaneBots
D	Vermelha	55	Silicone	Redelease
E	Azul Claro	14	Silicone	Siqplas
F	Verde	14	Silicone	Redelease
G	Branca	10	Silicone	Redelease

* Informada pelo fabricante.

Fonte: Autoria própria (2019).

Para averiguar a dureza das rodas fornecidas pelos fabricantes dos materiais das rodas, foram realizadas 20 medidas de dureza para cada par de rodas com um durômetro com escala Shore A, um comparativo entre as durezas fornecidas pelos fabricantes e as aferidas em laboratório está expresso na tabela 2.

Tabela 2 – Dureza fornecida pelo fabricante e a dureza aferida com durômetro em laboratório, para os 7 pares de rodas utilizados nos testes.

Roda	Dureza Fabricante (Shore A)	Dureza aferida (Shore A)	Desvio Padrão * (Shore A)
A	50	35	2
B	45	38	2
C	30	29	3
D	55	55	3
E	14	11	3
F	14	17	1
G	10	11	2

* Para a aferição em laboratório.

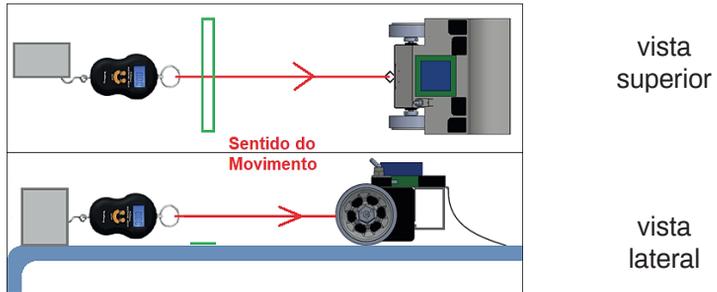
Fonte: Autoria própria (2019).

Para determinar a roda que apresenta maior tração para o robô de sumô, foram realizados dois procedimentos experimentais distintos que serão apresentados a seguir.

Experimento I – Procedimento de medida de força de atrito dinâmico utilizando balança de gancho.

No primeiro experimento, mostrado na figura 8, foi acoplado na parte traseira do robô um cabo conectado a uma balança de gancho acoplada a um ponto fixo, o robô realizava seu movimento para frente a partir da linha verde adquirindo certa quantidade de movimento até tensionar o cabo e a balança, instante em que as rodas do robô começam a escorregar, onde os valores máximos em kg indicados na balança foram tomados. Tal experimento foi realizado 10 vezes para cada tipo de roda, sendo avaliado em quatro diferentes níveis de potência dos motores. Possuindo certa quantidade de movimento, ao tracionar a balança, as rodas começaram a deslizar no dojô entrando em condição de atrito dinâmico.

Figura 8 – Vista superior e lateral do procedimento de medida de força de tração utilizando balança de gancho, a imagem é meramente ilustrativa, não obedece a escalas.

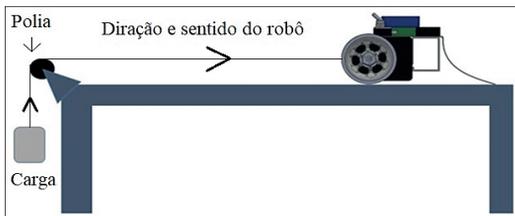


Fonte: Autoria própria (2019).

Experimento II – Procedimento de medida de força de atrito estático através de elevação de carga.

No segundo experimento realizado, mostrado na figura 9, foi acoplado a parte traseira do robô um cabo montado em um sistema de polia e na outra extremidade do cabo um cesto para inserção de massas (carga), de modo a converter força de elevação de carga em força de reboque. A fim de analisar a força de máximo arrasto, foi gradualmente adicionada uma quantidade de massa conhecida no cesto, até observar que a roda do robô apresentasse deslizamento. Com esse experimento, é possível observar a força máxima rebocada antes que ocorra deslizamento, avaliando assim o carregamento limite em condição estática, ou rolamento puro.

Figura 9 – Vista lateral do procedimento de medida da máxima capacidade de elevação de carga em atrito estático, a imagem é meramente ilustrativa, não obedece a escalas.



Fonte: Autoria própria (2019).

Resultados e discussões

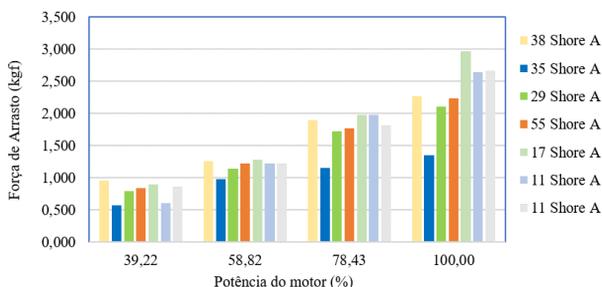
Os dados do primeiro experimento, realizado com a balança de gancho, são apresentados na tabela 3, onde tem-se a força medida na balança e o desvio padrão para 10 medidas realizadas para 4 níveis de potência aplicado aos motores, para os 7 tipos de rodas testados. Também é possível visualizar os dados no gráfico 1, onde cada barra representa um modelo de roda e estão organizadas em ordem decrescente das durezas medidas (da mais dura para a mais macia). As três primeiras barras do gráfico representam as rodas de Poliuretano e as demais barras as rodas de silicone.

Tabela 3 – Força de arrasto das rodas para 4 níveis de potência para os 7 tipos de rodas testados.

	Potência %	39,22		58,82		78,43		100,00	
Roda	Material	Força (kgf)	σ (kgf)						
A	Poliuretano	0,57	0,03	0,97	0,04	1,15	0,07	1,35	0,04
B	Poliuretano	0,95	0,15	1,26	0,09	1,89	0,03	2,27	0,09
C	Poliuretano	0,79	0,01	1,14	0,03	1,72	0,06	2,10	0,06
D	Silicone	0,84	0,03	1,22	0,03	1,77	0,03	2,23	0,02
E	Silicone	0,60	0,04	1,22	0,06	1,98	0,04	2,64	0,06
F	Silicone	0,90	0,07	1,28	0,05	1,98	0,04	2,97	0,06
G	Silicone	0,86	0,06	1,22	0,04	1,81	0,06	2,66	0,05

Fonte: Autoria própria (2019).

Gráfico 1 - Força de arrasto para diferentes potências e durezas de rodas



Fonte: Autoria própria (2019).

Observando o gráfico 1 é possível perceber que a força de arrasto cresce linear e proporcionalmente ao aumento de potência dos motores, para todos os tipos de rodas testados, indicando que a força de arrasto em deslizamento, depende diretamente da potência aplicada na roda, e percebe-se que a curva de cada roda possui uma inclinação diferente. Com base nesse comportamento previsível, o segundo experimento, foi realizado apenas a potência máxima dos motores.

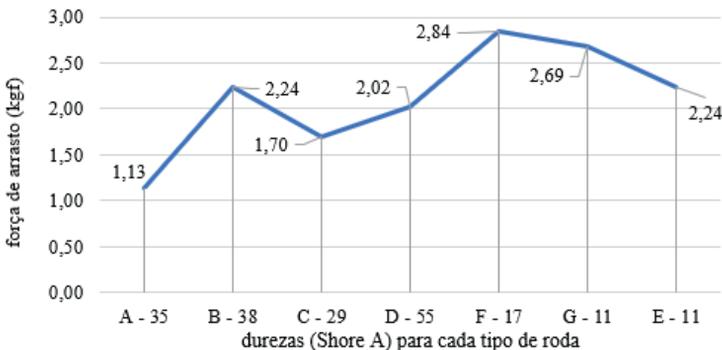
Os dados do segundo experimento realizado com a elevação da carga a máxima potência dos motores são apresentados na tabela 4, que especifica a força de arrasto (elevação de carga), para cada tipo de roda, na situação de deslizamento iminente, apresentando apenas atrito de rolamento. O gráfico 2, apresenta os dados do segundo experimento, relacionado a força peso da carga elevada em função da dureza da roda testada. O que pode ser observado, é que, a roda de menor dureza tende a transferir mais força, mas não necessariamente a roda mais macia é a que apresentou maior força de arrasto.

Tabela 4 – Força de arrasto em rodas com rolamento puro, atrito de estático.

Roda	A	B	C	D	E	F	G
Força (kgf)	1,13	2,24	1,70	2,02	2,24	2,84	2,69

Fonte: Autoria própria (2019).

Gráfico 2 - Força de Arrasto em função de rodas de diferentes durezas.



Fonte: Autoria própria (2019).

Observando os resultados de ambos os experimentos, I e II, pôde-se observar que as rodas de borrachas de silicone (D, E, F, G) apresentaram desempenho mais satisfatório em relação a rodas de borracha de poliuretano (PU) (A, B, C). Dentre as rodas de ambos materiais, pôde-se observar que há influência direta de sua respectiva dureza em relação a força de arrasto do robô.

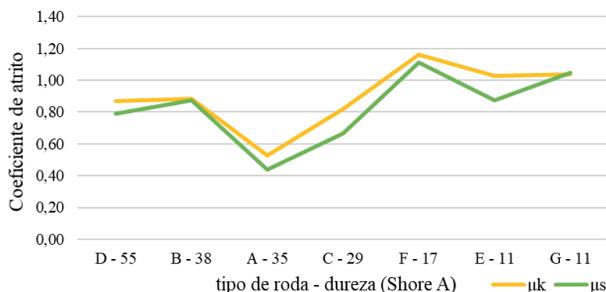
Considerando a massa do robô utilizado nos testes e aplicando os dados obtidos para forças mensuradas no experimento 1 na equação 3, e aplicando os dados obtidos para forças mensuradas no experimento 2 na equação 4, é possível obter o coeficiente de atrito dinâmico e estático respectivamente. A tabela 5 apresenta o coeficiente de atrito estático e dinâmico para cada tipo de roda. Os dados também são apresentados no gráfico 3. Observa-se que para a roda em que o robô apresentou desempenho mais eficiente os coeficientes de atrito, tanto estático quanto dinâmico, se aproximam de 1,20. A similaridade das curvas do gráfico, mostra que ambos os métodos podem ser utilizados para se determinar o melhor material.

Tabela 5 – Coeficientes de atritos para cada par de rodas.

Rodas	A	B	C	D	E	F	G
μ_k	0,53	0,89	0,82	0,87	1,03	1,16	1,04
μ_s	0,44	0,87	0,66	0,79	0,87	1,11	1,05

Fonte: Autoria própria (2019).

Gráfico 3 – Relação dos coeficientes de atrito estático e dinâmico para cada tipo e dureza de roda.



Fonte: Autoria própria (2019).

Conclusão

Neste trabalho foram testados sete tipos diferentes de elastômeros a serem utilizadas em rodas de um robô para competição modalidade sumô 3kg. As diferenças entre elas foram material de composição e dureza das bandas de rodagem. Dentre as sete rodas avaliadas, três eram de poliuretano e quatro de silicone, com as quais foram realizados dois experimentos distintos.

No primeiro experimento, com o objetivo de obter o coeficiente de atrito dinâmico entre as rodas e o dojô, foi acoplado ao robô uma balança de gancho para medir a força de arrasto, em kgf, na condição de deslizamento das rodas.

No segundo, para obter o coeficiente de atrito de rolamento, foi acoplado ao robô diferentes cargas conhecidas realizando a elevação por meio de um sistema de polia simples e cabo. No instante de deslizamento iminente das rodas, foi medida a carga elevada em kgf.

Obtendo as médias das forças para cada par de rodas nas diferentes situações, foi possível estabelecer os coeficientes de atrito dinâmico e de rolamento que cada tipo de roda testado possui em relação a dojô de borracha e compará-los.

Observando os materiais, a força de arrasto do robô, e os coeficientes de atrito, pode-se concluir que, apesar da roda F (verde de silicone) com dureza de 17 Shore A não ser a mais macia entre as testadas, foi a que apresentou melhor desempenho nas diferentes situações. Isto evidencia uma tendência a um nível de dureza ideal (não duro, porém não muito macio) para ser utilizado para fabricação das rodas de um robô de sumô que irá competir em um dojô de borracha.

Dentre os robôs tipicamente desenvolvidos para competições de sumô, existem variações de modelos e materiais para as rodas. Este estudo apresentou uma solução para quem busca o material ideal para fabricar as rodas para robôs de sumô, a partir de borrachas

comercializadas em forma líquida acompanhadas de catalizador. E apresentou um método para testá-las de forma satisfatória.

Analisando o comportamento dos coeficientes de atrito encontrados em relação as durezas determinadas, observou-se que o ideal é utilizar este método para estudo dos materiais isoladamente. Como trabalho futuro, propõe-se a confecção de novos pares de rodas, com durezas variadas, de silicone ou poliuretano e analisá-los separadamente.

Referências

HALLIDAY, D; RESNICK, R; WALKER, J. **Fundamentos de física**. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2009 vol 4;

JR, M.S.J.; CRUZ, P.R.L.; BARBOSA, E.N. **Desenvolvimento de chassi robótico de baixo custo usando Arduino e reciclagem**. Disponível em: <[http:// sistemaolimpico.org/ midias/ uploads/ e861f5efdf0003f27b19f860d3ee4040.pdf](http://sistemaolimpico.org/midias/uploads/e861f5efdf0003f27b19f860d3ee4040.pdf)> Acesso em: 20/10/2019.

MARÇON, F.L. **Sistema de controle de tração para automóveis de arrancada sobrealimentados por turbo-compressores**, 2018, FATEC - Santo André. Disponível em: <<http://fatecsantoandre.edu.br/arquivos/TCC/135-Eletronica/135-TCC0015.pdf>> Acesso em: 20/11/2019.

ROBOCORE. **Regras Sumô**, 2008. Disponível em: <[https://www.robocore.net/ upload/ attachments/ robocore__regras_sumo_165.pdf](https://www.robocore.net/upload/attachments/robocore_regras_sumo_165.pdf)> Acesso em: 14/10/2019.

SANTOS, A; SILVA; D. VELOSO, F. **Projeto de um robô para o campeonato de sumô**. Disponível em: <[http://www.inicepg.univap.br/ cd/ INIC_2016/ anais/ arquivos/ 1103_1180_01.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2016/anais/arquivos/1103_1180_01.pdf)> Acesso em: 14/11/2019

SOUZA, A.R.S. **Construindo seu robô, Projeto de extensão: "robô na escola"**, 2015. Disponível em: <[https://p3r3.com/tutoriais/ construindo-seu-robo-2/](https://p3r3.com/tutoriais/construindo-seu-robo-2/)>. Acesso em: 20/11/2019.

Aplicação de veículo operado remotamente na piscicultura

*Leandro Oliveira Cecchin
Ivanoé João Rodowski*

Introdução

O ambiente aquático sempre foi devidamente estudado e analisado por mergulhadores nas suas diversas modalidades, porém estes eram limitados quando se tratava de mergulhos com altas profundidades. No ano de 1953, o primeiro veículo controlado remotamente ou ROV (*Remoted Operated Vehicle*) foi fabricado pelo francês, com nome russo, Dimitri Rebikoff, onde sua primeira aplicação foi de explorar a arqueologia subaquática de um local desejado na época (MCCUTCHEON & MCCUTCHEON, 2003).

Este trabalho considera que é possível a aplicação de um ROV como ferramenta de suporte ao manejo de peixes na piscicultura, seja no controle e monitoramento do crescimento dos indivíduos, ou seja no monitoramento da proliferação de doenças em indivíduos, que podem ser observadas por análise em vídeo do comportamento dos peixes. É possível também a aplicação em outros aspectos, como a inspeção da integridade dos tanques-rede e a análise da água. Se um equipamento for capaz de atender a esses propósitos citados, entende-se que possa vir a ter um retorno rentável na produção.

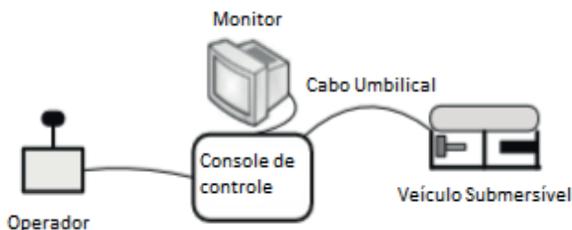
Definição de ROV; os veículos subaquáticos podem ser divididos em duas categorias, os veículos tripulados e não tripulados. Os veículos pré-programados autônomos são usualmente chamados de AUVs, do inglês, *Autonomous Underwater Vehicle* que atuam livres de cabos responsáveis pela comunicação. A diferença de um AUV para um ROV é exatamente a presença dessa comunicação direta com

um operador na superfície por meio de cabos, chamados umbilicais (CHRIST e WERNLI, 2007). De acordo com *The Navy Unmanned Undersea Vehicle (UUV)* (2004) (apud CHRIST e WERNLI, 2007) a definição de um veículo submarino não tripulado é dada por:

Submersível automotor cuja operação é totalmente autônoma (controle de missão adaptativo pré-programado ou em tempo real) ou sob controle mínimo de supervisão e está limitado, exceto, possivelmente, por *datalinks* como um cabo de fibra ótica (p. 1).

Estes veículos vêm evoluindo gradativamente com o avanço da tecnologia, podendo, dessa forma, realizar atividades com maiores complexidades e em extremas profundidades. O ROV em si, tem uma vasta opção de funções possíveis a executar podendo ter em conjunto diferentes papéis para cada uma. De forma simples, a figura 1 mostra basicamente como é um sistema de um ROV, composto por uma câmera, um controle de comando, um monitor e um veículo conectado por um fio. E em seguida, serão apresentados os componentes básicos que compõe um ROV.

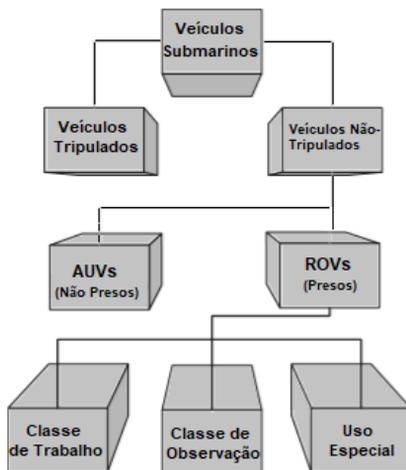
Figura 1 – Componentes básicos do conjunto de um ROV.



Fonte: Adaptado de Christ e Wernli (2007).

Classes de ROV; a figura 2 demonstra as divisões dos veículos submarinos conforme dito a cima, também apresenta outras subdivisões de ROV. Conforme afirma Bueloni (2016, apud *Maritime Technology Society*) os ROVs se classificam dependendo do seu trabalho em uso. Podendo ser dos tipos:

Figura 2 - Classificação dos Veículos Submarinos.



Fonte: Adaptado de Christ e Wernli (2007).

Micro ROV – são veículos pequenos podendo pesar apenas 3 kg. Geralmente são aplicados em funções onde um mergulhador não teria um acesso seguro ou adequado.

Mini ROV – possuem seu peso um pouco maior, juntamente com suas dimensões, podendo pesar cerca de 15 kg.

General ROV – capazes de trabalhar em profundidades de 1000 m mesmo sendo projetados com limite de até 7000 m. Utilizados em tarefas de iluminação e podem possuir pequenos braços robóticos e garras.

Ligh Workclass – tipicamente possuem potência de propulsão inferior a 60. Podem ter limite da profundidade de trabalho abaixo de 2000 m.

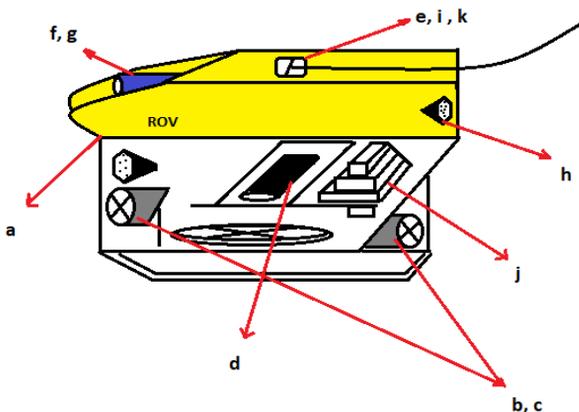
Heavy Workclass – normalmente com potência de propulsão menor à 220 HP e com capacidade de transportar no mínimo dois manipuladores. Com um limite de trabalho de até 3500 m.

Trenching/Burial – tipicamente com potência de propulsão entre 200 HP até 500 HP. Por serem fortes, são capazes de transportar trenós de instalações de cabos e trabalham em profundidades de até 6000 m.

Este trabalho tem o foco na aplicação de um veículo da classe de observação, podendo ser um micro ROV. Estes são destinados à simples função de registrar imagens no fundo d'água passando para base de comando em tempo real. Por ser projetada para atuar em atividades mais leves, a classe de observação dos ROVs é basicamente composta por propulsores, câmeras de alta qualidade e pacotes de sensores que captam informações diversas dependendo da situação que se encontra.

Componentes de um ROV; para o funcionamento adequado de um ROV é necessário o bom funcionamento das diversas ferramentas nele compostas. Os componentes de um ROV estão unidos em sua estrutura, que geralmente é constituída de tubos ou barras, com material que possui propriedade capaz de suportar a execução de uma atividade em altas profundidades. Geralmente o material usado para a construção da estrutura de um ROV está entre o alumínio,

Figura 3 - Demonstração do modelo de ROV TROJAN.



Fonte: Adaptado de Liddle (1986).

a cerâmica, o titânio e a fibra de carbono. Esta escolha deve-se ao comportamento desses materiais mediante à pressão e temperaturas que serão submetidos (FERREIRA e MARAVILHA, 2008). A figura 3

ilustra a estrutura de um ROV que será a base para o entendimento dos subsistemas e componentes básicos que ficam submersos durante a atividade do veículo.

São listados abaixo os subsistemas do ROV considerado na figura 3:

- | | |
|---|-------------------------------------|
| a) Subsistema da Estrutura e Vaso de Pressão; | g) Subsistema de Visão Subaquática; |
| b) Subsistema de Direcionamento; | h) Subsistema de Iluminação; |
| c) Subsistema de Propulsão; | i) Subsistema do Cabo Umbilical; |
| d) Subsistema de Submersão e Emerção; | j) Subsistema de Cargas Úteis; |
| e) Subsistema de Controle; | k) Subsistema de Energia; |
| f) Subsistema de Sensores e transdutores; | |

Em seguida é apresentado a função e o que trata cada um dos subsistemas mencionados acima, respectivamente.

Subsistema da Estrutura e Vaso de Pressão – a estrutura é a armação base onde serão acopladas as demais partes para o funcionamento do veículo, como os propulsores, câmeras, luzes auxiliares, componentes mecânicos e elétricos (MAGALHÃES, 2007). Os chamados Vasos de Pressão são dutos que possuem líquidos com pressão interna ou externa diferente da pressão atmosférica.

Subsistema de Direcionamento e Propulsão – Subsistema responsável pela movimentação adequada do veículo em sua função determinada, esperando obter ótima relação entre três fatores: a capacidade da carga extra, o peso do veículo e sua movimentação diante o empuxo provindo da água (MAGALHÃES, 2007, apud JIMENEZ, 2004).

Subsistema de Submersão e Emerção – subsistema responsável pelo controle do posicionamento da profundidade de um ROV. Segundo Zanoli e Conti (2003) este quesito do controle se baseia no submergir e emergir o veículo.

Subsistema de controle – Responsável por controlar as diversas ações do veículo ROV, abrangendo todas as possibilidades de ações dependendo do tipo e função destinada ao veículo submarino. (FERREIRA e MARAVILHA, 2008).

Subsistema de sensores e transdutores – a função dos sensores em um veículo remoto submarino é basicamente transmitir dados do âmbito marinho à superfície, no caso, ao operador. Dados estes que podem ser desde características geográficas do local ou até sobre a pressão ou temperatura onde o ROV está submetido (Almeida, 2004).

Subsistema de Visão Subaquática – segundo Christ e Wernli (2007), as câmeras utilizadas como instrumentos de visão em um ROV são do tipo Dispositivo de Carga Acoplada ou CCD (charge-coupled device), capazes de captar imagens e transformá-las em elétrons para que sejam enviadas à central de operação de comando do veículo.

Subsistema de Iluminação – baseado no que afirmou Molland (2008), as lâmpadas são de extrema importância em um ROV, pois são elas que transformam a energia elétrica em luz facilitando assim a observação de locais mais escuros embaixo d'água.

Subsistema de Cabo Umbilical – o cabo que conecta a base de comando na superfície com a gaiola e posteriormente ao veículo é chamado de umbilical (MOLLAND, 2008).

Subsistema de Cargas Úteis – segundo *National Research Council* (1996), cargas úteis extras são transportadas no interior do veículo com o intuito de serem aplicadas em determinada tarefa utilizada para facilitar o posicionamento do veículo, trazendo também uma economia energética.

Subsistema de Energia – conforme afirma Magalhães (2007, apud OMERDIC e ROBERTS, 2003), geralmente a fonte de energia utilizada para o fornecimento nos sistemas em veículos submarinos é posicionada externamente sendo transportada a energia pelo cabo umbilical.

Piscicultura

A ciência que estuda técnicas para o cultivo de organismos que vivem em ambiente aquático é chamada de aquicultura. Esta é dividida em: ranicultura (criação de rãs), quelonicultura (criação de quelônios, como a tartaruga), carcinicultura (criação de camarões), algicultura (criação de algas) e por fim, a criação de peixes, sendo nomeada como piscicultura (SEBRAE, 2015).

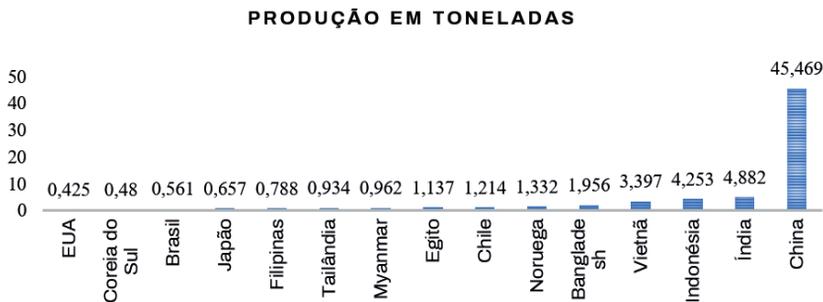
Vale ressaltar a diferença das atividades da pesca e aquicultura, pois muitas vezes são confundidas entre si. A pesca é uma atividade exploradora de recursos naturais (rios, mares, lagos etc.) para obtenção de seu produto, sem algum tipo planejamento ou conscientização do autor. Diferentemente, a aquicultura é uma atividade completamente controlada onde visa à exploração produtiva econômica e financeira do produtor (SEBRAE, 2015).

A segurança alimentícia vem juntamente com a sustentabilidade ambiental vêm sendo muito discutidas pelas autoridades responsáveis. A Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD, 1988) definiu o conceito de um desenvolvimento sustentável ideal mediante à frase seguinte: *“é aquele que atende a necessidade do presente sem comprometer as gerações futuras a atenderem as suas próprias necessidades”* (p. 370).

Neste contexto, a FAO é a principal protagonista responsável por fomentar a produção agropecuária mundial. Estima-se que até o ano 2030, cerca de 62% dos peixes destinados ao consumo humano virão da aquicultura (em cativeiro). Mediante os fatos, a FAO visa auxiliar o Brasil a ter em sua produção aquícola 20 milhões de toneladas ao ano (a.a.) a serem produzidas até 2030 (BANCO MUNDIAL, 2013).

O gráfico 1 apresenta em âmbito mundial, a classificação dos maiores países produtores de pescados provindos da aquicultura no ano de 2014, em milhões de toneladas.

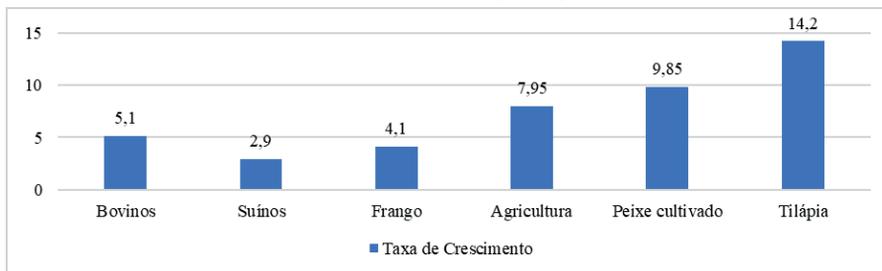
Gráfico 1 - Maiores produtores mundiais de pescados provindos da aquicultura (Em milhões de toneladas).



Fonte: Adaptado de FAO (2016).

O Brasil é um país com produção considerável de carnes bovinas, de frango e suínas, porém nota-se um crescimento na prática da aquicultura, com um incremento de 8% no intervalo dos anos de 2004 a 2014, contra somente 5,1% da produção de carne bovina, 4,1% de frango e somente 2,9% para suínos. O gráfico 2, demonstra os índices citados acima (KUBITZA, 2015).

Gráfico 2 - Crescimento médio anual da produção de carnes no Brasil do período de 2004 – 2014 (em %).



Fonte: Adaptado de Kubitzka (2015).

A aquicultura não atinge de forma negativa o meio ambiente, se praticada corretamente diante às leis impostas (FILHO & SCHULTER, 2017).

Tendo uma vasta disponibilidade hídrica vale ressaltar que nos últimos anos o índice de crescimento médio da piscicultura no Brasil foi cinco vezes maior que as demais criações no mesmo setor como a bovinocultura, avicultura e suinocultura (DA SILVA et al. 2012).

Metodologia

Como citado anteriormente um dos objetivos deste trabalho, é analisar situações dentro da piscicultura onde haja possibilidade da aplicação do uso de um veículo operado remotamente, sendo uma prática eficiente visando facilidades e benefícios aos piscicultores. Serão citados alguns procedimentos muitas vezes essenciais para um sucesso na produção de peixes em tanques-rede. Estas são:

Biometria

Para que se tenha uma boa qualidade na produção de peixes é preciso seguir diretrizes na produção, umas destas é a biometria. Com a prática da biometria é possível obter a real biomassa dentro de cada tanque, para que seja realizada a análise correta da quantidade de ração a ser dada em cada situação. A necessidade de ser calculada a quantidade ideal de ração também envolve a preocupação do seu custo na piscicultura, além, é claro, de ser fornecida a quantidade necessária de vitaminas e nutrientes aos peixes. Segundo Kubitzka & Ono (2003), a ração é o insumo considerado mais importante na prática de produção de peixes, podendo chegar com seu custo à valores entre 50% e 70% do total da produção em uma fazenda intensiva.

Em seu trabalho, Miranda (2016) utilizou o sistema com um par de lasers fixado em uma câmera digital, com a distância entre os feixes conhecida, de modo que ao fazer o registro das nadadeiras dorsais de animais aquáticos, o que torna possível estimar não só

o comprimento da nadadeira, mas também o comprimento total dos peixes através de cálculos específicos e do *software ImageJ 1.49v*. O software utilizado por Miranda (2016) calcula as medidas do comprimento entre os feixes dos lasers estimando quantos pixels possuem na dimensão já conhecida entre os lasers.

O ROV, por ser portátil, pode ser transportado pelo operador com algum tipo de embarcação até que se tenha acesso à gaiola onde se queira examinar, e da própria embarcação o operador pode exercer a tarefa de medição, com o veículo submersível de forma facilitada e prática (EMBRAPA, 2013).

Já existem modelos de ROV para essas determinadas atividades, não só na piscicultura, mas também em outras áreas como na medição de fissuras de dutos em grandes profundidades. A *Deeper Trekker Inc.* são um exemplo de fabricante deste modelo de ROV, onde possibilita a instalação do equipamento *laser scaler* no veículo quando, que se trata exatamente o que foi citado acima. A limitação de um equipamento deste é o seu alto custo de aquisição, podendo chegar de R\$ 20 mil reais, o que o torna inviável à produtores de médio e pequeno porte.

Análise de comportamento

A análise de comportamento é de extrema importância para o técnico responsável pela criação, porém de difícil acesso. Com um vídeo em mãos para avaliação do comportamento, é possível um profissional da área identificar se há alguma proliferação de doenças. Conforme afirma Kubitzka (2015), parasitos do grupo mixosporídios podem ser um exemplo de prejuízo à criação, pois se alojam nas cartilagens das tilápias ou até em sua matriz óssea, sendo capazes de trazer anomalias nos esqueletos dos peixes (algum tipo de curvatura ou deformação na cabeça).

Outros aspectos podem ser observados através do comportamento dos indivíduos em uma população de cultivo de peixes. Espécies territoriais como a tilápia-do-nilo, apresentam nitidamente comportamentos hierárquicos e submissões entre os indivíduos, provindas de confrontos diretos de peixes maiores contra os menores. O *stress* causado interfere diretamente no crescimento e na eficiência de conversão alimentar do animal, surgindo assim, um prejuízo na produção (PINTO; LIMA; LUDKE, 2009).

Análise da água

A qualidade da água em uma criação de peixes é um fator básico de extrema importância, se não a mais importante. Os próprios peixes interferem no estado da água onde estão confinados, por meio da eliminação de dejetos e de sua respiração. Os fatores da temperatura, o oxigênio, pH, condutividade elétrica e a transparência da água são exemplos dos principais índices levados em conta na piscicultura (SILVA; FERREIRA; LOGATO, 2015).

Um veículo operado remotamente com devido material adequado, como exemplo uma sonda específica, poderia detectar parâmetros como os ditos anteriormente, e com isso tornar possível ao técnico responsável, fazer reparos ou algum tipo de correção no cultivo. Mesmo com esse monitoramento da água sendo realizado com uma frequência adequada, é preciso ser adotado um padrão (horário, profundidade, etc.) para obtenção destas informações (SILVA; FERREIRA; LOGATO, 2015). Com essa prática, o tempo gasto pelos responsáveis seria minimizado devido à praticidade do veículo.

Inspeção física dos tanques-rede

Segundo Beveridge (2004), tanques-rede estão constantemente expostos à ataques de espécies predadoras e depuradoras da

piscicultura além de haver a degradação natural de seu material (tela). O número e variedade dos predadores na criação incluem peixes, mamíferos entre outros. Os predadores podem trazer prejuízos diretos na produção como a subtração e ferimento dos confinados, danos à rede protetora da gaiola e ainda a proliferação de doenças provindas do predador.

Um monitoramento padronizado com um veículo submarino controlado remotamente se torna totalmente eficiente, vista a problemática comentada acima. Este método apontará em tempo real se há algo fora do normal, como algum tipo de dano na contenção ao longo de toda a extensão do tanque-rede. Com as informações provindas do monitoramento, mostra-se logo a necessidade da manutenção deste, caso haja, evitando maiores prejuízos na fazenda de cultivo.

Conclusão

Com o levantamento bibliográfico realizado foram analisadas as facilidades e práticas capazes de trazer um resultado positivo ao produtor no cultivo de peixes, citando alguns pontos como a biometria dos espécimes propondo o uso do equipamento com par de lasers, o monitoramento de comportamentos dos peixes confinados, juntamente com a preocupação da quantidade de ração que está sendo fornecida e como a qualidade da água pode interferir na produção e vivência destes animais.

Diante a problemática foi realizada a apresentação deste veículo ROV (*Remoted Operated Vehicle*), para um melhor entendimento do equipamento, citando seus componentes e seus respectivos subsistemas. A proposta do trabalho é exatamente correlacionar o avanço tecnológico, mediante aos veículos remotos submarinos com alguns pontos de dificuldades dentro da piscicultura, para que haja uma contribuição não só aos piscicultores, mas também visando uma maior produção e automação dos cultivos.

Realizado o estudo pode-se afirmar que se colocado em prática, de forma a atender o que foi abordado, a contribuição deste equipamento na piscicultura trará resultados positivos aos produtores de peixes, confirmando assim os estudos feitos por especialistas que citam a promessa da aquicultura e automaticamente a piscicultura em um futuro próximo.

Não coube a esse trabalho a construção ou montagem de um ROV, bem como o seu teste, mas apenas apresentar um estudo que visa justificar trabalhos futuros que se propuserem a construir um ROV e testá-lo nas atividades citadas neste.

Referências

AGRONEGÓCIOS, SEBRAE. **A Evolução da Piscicultura no Brasil**. 1. 2015. Disponível em: <<http://www.sebraemercados.com.br/a-evolucao-da-piscicultura-no-brasil/>>. Acesso em: 29 dez. 2018.

ALMEIDA, P.A. **Transdutores para medida de deslocamentos lineares**. Dissertação (Notas de Aula)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. 21 p.

BANCO MUNDIAL. **Fish to 2030: prospects for fisheries and aquaculture**. Washington: Banco Mundial, Dec. 2013.

BEVERIDGE, Malcolm C. M. **Cage Aquaculture**. Austrália: Blackwell Publishing, 2004.

BUELONI, Júlio Cezar B. **Estudo da cinemática de um modelo proposto de ROV com seis graus de liberdade**. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Espírito Santo, UFES, Vitória, ES, 2016.

CHRIST, Robert D.; WERNLI SR, Robert L. **The ROV Manual: A User Guide for Observation-Class Remotely Operated Vehicles**. 1. ed. Oxford: Elsevier, 2007. 308 p.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas. 1988.

DA SILVA, Roberta D. *et al.* **Parâmetros hematológicos e bioquímicos da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) sob estresse por exposição ao ar**. In: Departamento de Produção Animal, Goiás: [s. n.], 2012.

EMBRAPA - PESCA E AGRICULTURA. **Biometria de peixes - Piscicultura familiar**. [S. l.: s. n.], 2013.

FERREIRA, Arlem Wanderson L.; MARAVILHA, Diego M. **Veículo Remotamente Operado (ROV): A importância da aplicação de sua Tecnologia na Produção Petrolífera**. 2008. 39 p. Dissertação. Centro Federal de Educação Tecnológica, Universidade da Tecnologia e do Trabalho, Campos de Goytacazes, Rio de Janeiro, 2008.

FILHO, José Eustáquio R. V.; SCHULTER, Eduardo P. **Evolução da piscicultura no Brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia**. 1. ed. Rio De Janeiro: [s.n.], 2017. 42 p. v. 1. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8043/1/td_2328.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2018.

KUBITZA, F. **A evolução da tilapicultura no Brasil: produção e mercado**. Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro, v. 13, n. 76, mar./abr. 2015. Acesso em: 28 dez. 2018.

MAGALHÃES, Paulo Henrique V. **Desenvolvimento de um submersível remotamente operado de baixo custo e caracterização dos sistemas de propulsão e vetorização de empuxo por hélice**. 2007. Tese. Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte, MG, 2007.

MCCUTCHEON, SCOTT; MCCUTCHEON, BOBBI. **The Facts On File Marine Science Handbook**. 1. ed. New York: Facts On File, Inc, 2003. 266 p.

MIRANDA, Ana Bárbara B. **Estimativas do comprimento total dos botos (*Tursiops truncatus*) do estuário da Lagoa dos Patos, RS, a**

partir da fotogrametria a laser da nadadeira dorsal. 2016. Mestre. Universidade Federal do Rio Grande. FURG, Rio Grande, 2016.

MOLLAND, Anthony. *The Maritime Engineering Reference Book: A Guide for Ship Design, Construction and Operation.* Burlington: Elsevier, 2008. 889 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL,. *Undersea Vehicles and National Needs*, National Academy Press, Washington, D.C. 1996.

PINTO, B. W. C.; LIMA, M. R.; LUDKE, M. C. M. M. **Comportamento agonístico entre juvenis de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*).** *In*: FACEPE/PROMATA, Recife - PE. Pesquisa [...]. Recife - PE: [s. n.], 2009.

SEBRAE AGRONEGÓCIOS. **A Evolução Da Piscicultura No Brasil.** 1. 2015 Disponível em: <<http://www.sebraemercados.com.br/a-evolucao-da-piscicultura-no-brasil/>>. Acesso em: 29 dez. 2018.

SILVA, Vanessa K.; FERREIRA, Milena W.; LOGATO, Priscila V. R. **Qualidade da Água na Piscicultura** , Lavras - MG, 28 fev. 2015.

ZANOLI, S. M. CONTE, G. *Remotely operated vehicle depth control, Control engineering practice* [0967-0661], (2003), vol.:11.

Proposta empreendedora para Cruz das Almas/BA

*Carlos Alberto Tosta Machado
Thaís Da Silva Bitencourt*

Introdução

O empreendedorismo é um tema muito atual que vai além de qualquer modismo, pois se apresenta como uma alternativa viável para os tempos de crise. Apesar de assumir riscos, o empreendedor o faz com muito planejamento estratégico e um conhecimento profundo do seu ramo de negócios. Dentre as definições de empreendedorismo, a de Joseph Alois Schumpeter talvez seja a que melhor relaciona o empreendedorismo a economia e inovação:

O empreendedor é aquele que destrói a ordem econômica existente pela introdução de novos produtos e serviços, pela criação de novas formas de organização ou pela exploração de novos recursos e materiais (SCHUMPETER, 1947, Apud CHIAVENATO, 2007).

Schumpeter relaciona o empreendedorismo ao desenvolvimento econômico, em um contexto em que se busca entender como essa prática pode movimentar a economia. Além disso, apresenta a evolução do negócio considerando todo contexto que o cerca, condições sociais e conhecimento da situação atual.

O empreendedorismo desponta como uma oportunidade e estratégia para o governo, entidades sem fins lucrativos, setor privado e à comunidade desenvolverem econômica e socialmente a localidade, atingindo o crescimento sustentável e inclusivo. Esses motivos ganham ainda mais relevância diante das recentes condições socioeconômicas do desenvolvimento no Brasil como distribuição de renda desigual e alta taxa de desemprego (BULGACOV, 2011).

A busca pelo empreendedorismo está associada a fatores do contexto socioeconômico, como o potencial de empregabilidade, geração de renda, políticas públicas de fomento ao empreendedorismo, número de investidores, oportunidades de negócio, quantidade de entidades incubadoras e perfil socioeconômico da população. Destaca-se o potencial de empregabilidade como um dos principais fatores, pois está diretamente relacionado com o empreendedorismo por necessidade. Este indicador é influenciado pela retração econômica do país, quando a economia se encontra em fase crítica, a busca pelo empreendedorismo é elevada.

Schumpeter (1997) afirma que a ausência de inovação, de crédito bancário e empreendedores são fatores limitantes do processo de desenvolvimento econômico. Isso se deve ao fato de o empreendedorismo ser considerado tanto meio de explorar oportunidades através da criação de negócios, como também uma ferramenta para a transformação social.

A relação entre os fatores socioeconômicos e o potencial empreendedor, pode ser observada nos dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua), dos anos de 2013 a 2017, onde uma queda do Produto Interno Bruto (PIB) e aumento dramático na taxa de desemprego aconteceram juntamente ao aumento do número de indivíduos à frente de um empreendimento. Isto se deve à falta de melhores oportunidades no mercado de trabalho, sendo este então, caracterizado como empreendedorismo por necessidade. Segundo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), em 2015 a porcentagem dos empregados no Brasil pelas Micro e Pequenas Empresas (MPE's) correspondia a 54% dos empregos formais de estabelecimentos privados do país, além disso, esse setor corresponde a 99% dos estabelecimentos. Este dado demonstra o impacto positivo que o surgimento destas oportunidades empreendedoras tem nestas

fases críticas da economia do país. Além do empreendedorismo por necessidade, existe também o investimento por oportunidade. São propostas que identificam, implementam e, então, criam cenários favoráveis ao ambiente empreendedor do país. Ambos impactam positivamente na economia. No entanto, há que se destacar o empreendedorismo por oportunidade, pois geralmente explora uma possibilidade ainda não vislumbrada do mercado.

O principal objetivo desta pesquisa é propor uma estratégia de empreendedorismo por oportunidade para o desenvolvimento local, por meio da criação de um polo regional de negócios na cidade de Cruz das Almas, e criar um modelo de negócio para apreciação de investidores. A localidade foi escolhida considerando os fatores do seu perfil socioeconômico, bem como outros que influenciam para gerar um cenário positivo, como Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) crescente, crescimento econômico, cidades vizinhas com potencial de negócios e presença de uma universidade federal. Faz parte também do objetivo da pesquisa, discutir qual seria o impacto do empreendedorismo no desenvolvimento das cidades do Recôncavo da Bahia, apresentando Cruz das Almas sob um olhar empreendedor.

O desenvolvimento local tem o poder de transformar as bases econômicas e forma de organização da comunidade local, por meio do dinamismo econômico e a melhoria da qualidade de vida da população. Isto, sem necessariamente explorar oportunidades externas, apenas mobilizando as energias da sociedade, explorando suas capacidades e potencialidades de forma efetiva (BUARQUE, 1999). Observa-se uma carência de iniciativas organizadas para se poder lançar mão do empreendedorismo como motor propulsor das potencialidades locais.

A cidade de Cruz das Almas, que oferece o potencial para desenvolvimento desta proposta, localiza-se na microrregião do Recôncavo da Bahia à margem da BR-101. A estimativa da população,

segundo IBGE, em 2016, é de 64.552 habitantes. Em 2013 a localidade atingiu o 2º maior PIB na microrregião Santo Antônio de Jesus (IBGE, 2017). A unidade urbana faz divisa com os municípios: Governador Mangabeira, Sapeaçu, São Felipe, Conceição do Almeida, São Félix, Muritiba e Cabaceira do Paraguaçu e dista aproximadamente 150km da capital do estado da Bahia, Salvador. Na Figura 1 é possível observar o posicionamento geográfico da cidade de Cruz das Almas na microrregião de Santo Antônio de Jesus.

Figura 1 - Mapa da Microrregião Santo Antônio de Jesus – Bahia.



Fonte: Extraída do Diretório de Ruas Brasil e editada pelo autor (2017).

A região do Recôncavo tem crescido significativamente no decorrer dos anos, e cidades como Cruz das Almas e Santo Antônio vêm se destacando como centralidades dessa região urbana. As mudanças responsáveis por esse destaque se devem à chegada da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e visão da festa junina como empreendimento cultural. A chegada da universidade acontece também por consequência da relevância que a cidade adquiriu com a implantação da BR 101.

A cidade possui relevância econômica e social no âmbito do comércio, dos serviços, do polo calçadista que abriga nove fábricas e de Instituições do ensino superior, como a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Ainda conta com outro grande centro de pesquisa como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) de Mandioca e Fruticultura Tropical (SILVA, 2016)

Essas atividades que movimentam o comércio da cidade geraram 3.115 empregos diretos em 2017, segundo dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). O número de estabelecimentos para o setor de serviços é igual a 814, e o número referente a alojamento, alimentação, reparação, manutenção é igual a 341. O setor de comércio conta com 919 estabelecimentos, destes, 872 do subsetor varejista. Estes dados demonstram o grande potencial econômico da cidade, somado à crescente chegada de alunos e maiores demandas sociais, levando assim, a um ambiente de pleno crescimento. Além da projeção de aproximadamente 65 mil habitantes, se estima que existam 15 mil habitantes por vínculo às instituições de ensino, que acrescentam a cidade um perfil com formação técnica e intelectual.

Diante desse cenário, uma solução para impulsionar o desenvolvimento econômico e social da cidade seria pensar em novos formatos de organização do comércio para compor um ciclo de investimento virtuoso. Neste ciclo, os recursos financeiros advindos do contingente de residentes universitários, turistas e visitantes seriam convertidos, por meio de recolhimento de impostos, em melhorias na estrutura física, segurança, cultura e lazer e estas atrairiam mais investidores, empreendedores e público de consumo.

Além de todos os contributivos econômicos mencionados no parágrafo anterior, há o aspecto folclórico-cultural regional. A cidade se torna no mês de junho um tradicional destino turístico, por conta das festas juninas. Neste período há um forte fluxo de pessoas, e conseqüentemente incremento nas atividades comerciais. A estimativa

de pessoas chegando à cidade para as festividades juninas é de quase o dobro da população. O resultado desse influxo localizado nesta época do ano é que, mesmo sendo uma oportunidade que ocorre anualmente, o comércio a explora através de uma caracterização de empreendimento por necessidade, deixando escapar oportunidades maiores, com inovação e mais investimentos.

O desenvolvimento econômico das cidades é conceituado pelo crescimento da economia, acompanhado da melhoria da qualidade de vida da população. Para quantificar tal fator, o IDH foi criado, além de permitir a comparação do bem-estar da sociedade de diferentes localidades. O IDH é definido pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2018) como sendo uma medida resumida do progresso em longo prazo em três dimensões básicas do desenvolvimento humano: renda, educação e saúde. Atualmente o IDHM (Municipal) de Cruz das Almas é de 0,699, se enquadrando na faixa do IDHM médio, porém está no extremo superior da faixa, muito próximo da categoria alto, que se inicia com o indicador 0,700.

O PIB em 2013 era de R\$ 771,7 milhões (SEI, 2016), sendo a participação dos setores na atividade econômica neste mesmo ano 7,7% agropecuária, 11,0% indústria e 81,3% comércio e serviços. O setor de comércio e serviços foi responsável por 64,79% dos empregos gerados em 2013, demonstrando o potencial destes setores para o desenvolvimento da cidade.

O centro de Cruz das Almas concentra um forte comércio focalizado em atender as necessidades básicas dos consumidores a cidade. No entanto, estes pontos comerciais carecem de melhor arranjo físico, organizado, e de maior definição no perfil arquitetônico.

E nesse contexto vem a proposta deste trabalho: A criação de um Centro Comercial (Shopping Center) a céu aberto, como que um boulevard com lojas e pontos de serviços, apresentando um conceito arquitetônico marcante e uma proposta de ambiente que provoque

prazer na visita. Shopping center, conforme o dicionário Aulete, é sinônimo de centro comercial: grande edifício com numerosas lojas, restaurantes, tudo o que possa atrair o consumidor. Mas o conceito que se tem atualmente não é de um centro comercial aberto a qualquer perfil de comerciante, e sim, espaço que conta com cláusulas limitantes para os lojistas. Um centro comercial tradicional do mercado, apesar de gerar um impacto positivo na valorização territorial e na geração de empregos, afeta negativamente o comércio no seu entorno.

No dicionário Aulete, boulevard é descrito como uma rua larga ou avenida geralmente arborizada. Nesta proposta, trataremos o boulevard de Cruz das Almas como uma rua caracterizada por um calçadão, sem tráfego de veículos, tendo sua área central ocupada por jardins, quiosques estilizados, chafarizes, iluminação e arborização, num ambiente marcante e com arquitetura que transforme o comércio em algo além: um polo de entretenimento e gastronomia. Um modelo de boulevard que pode ser citado é o Boulevard Voltaire, em Paris, que abriga muita diversidade e história, sendo extremamente convidativo. Observa-se na Figura 2 como segue a ideia de uma avenida larga e arborizada.

A proposta visa estabelecer melhorias que elevem o ambiente comercial das ruas centrais de Cruz das Almas ao nível de um Shopping Center, estimulando o comércio não somente nos períodos de alta temporada, das festas juninas e período de aulas na universidade, mas também em todas as épocas do ano e finais de semana, períodos em que o movimento comercial sofre baixa considerável. Assim, este centro comercial a céu aberto, une as principais vantagens dos shoppings centers tradicionais, porém com o diferencial de inclusão dos microempreendedores da região, gerando o movimento contrário ao de periferização ao redor do shopping.

Figura 2 - Boulevard Voltaire, com aproximadamente 3km – Paris, França.



Fonte: FLLL / CC BY-SA (2007).

Seguindo esta ideia, existem algumas inspirações de boulevard com novas propostas, favorecendo o acesso e integração com o espaço. O Boulevard da Praça Ñuñoa (Figura 4) no Chile, apresenta um espaço diferenciado com 11.345 m² de área subterrânea. O espaço atrai o acesso do público a uma área de permanência, provocando uma integração comercial e cultural.

Figura 4 - Vista do subsolo, Boulevard Plaza Ñuñoa, Santiago, Chile.



Fonte: Carlos Figueroa / CC BY-AS (2020).

Método

O início deste trabalho se deu pela iniciativa de propor um centro comercial para Cruz das Almas e analisar sua viabilidade e possíveis retornos, uma vez que a ideia foi obtida por observação das necessidades locais e precisava passar por um método de pesquisa científico. Este procedimento permitiu conduzir o pesquisador por números e fatos que caracterizam a cidade e seu desenvolvimento econômico-social e pelas projeções da proposta apresentada.

Esta pesquisa apresenta, portanto, caráter de pesquisa básica estratégica, onde a finalidade é obter conhecimento mais aprofundado sobre o tema para ser utilizado na prática, por ser parte da solução de uma questão relevante e concreta. Quanto aos objetivos, esta pesquisa é descritiva-expositiva, retratando ao máximo o tema estudado, apresentando suas características para, então, analisar a relação entre as variáveis definidas. Os dados foram abordados de forma qualitativa, uma vez que a principal ferramenta foi o pesquisador, responsável pela busca de conceitos, princípios, relações e significados do conteúdo. Seu caráter é valorativo, não numérico e exato.

O estudo foi bibliográfico e se baseou em teses, artigos de internet, revistas, publicações em portais e livros, sendo a fonte mais utilizada artigos de internet. As bases de dados utilizadas foram: Scielo, IBGE, SEI, FIEB, IBPQ, Repositório UFBA, Atlas Brasil, Google Acadêmico, Periódicos UESB e Biblioteca SEBRAE. Este tipo de pesquisa tem como finalidade colocar o pesquisador em contato com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto (MARCONI e LAKATOS, 2007).

Resultados e discussões

A proposta apresentada para Cruz das Almas pretende causar uma movimentação para reunir em um centro comercial, negócios que

estavam fora do centro dos acontecimentos. Dessa forma, o poder de negociação aumenta no momento de contratação de serviços e fornecedores, reduzindo os custos de produtos de necessidade comum. Além disso, os lojistas poderiam usufruir dos benefícios das políticas públicas, que trarão visibilidade ao local e da mudança de um potencial sazonal para uma demanda perene. Os resultados desse movimento seriam observados principalmente sobre o impacto que o empreendedorismo, de fato, causa no desenvolvimento econômico e social de uma cidade, inserindo visão sistêmica, responsabilidade social e educação de mercado para os comerciantes.

Além da materialização da proposta e sua estrutura física, deve-se investir na preparação dos comerciantes para que aproveitem ao máximo as oportunidades que lhes são oferecidas. Ações como consultorias para as micro e pequenas empresas, palestras e minicursos sobre temas relacionados ao empreendedorismo contribuem para a visão sistêmica dos empreendedores. Um diferencial de se ter uma visão sistêmica é compreender a interligação do sistema no qual está inserido, enxergando as possibilidades de trabalhar colaborativamente.

Uma vez entendido os pontos de conexão da rede comercial em que se está inserido, surge o conceito de responsabilidade social: ações ou comportamentos, que promovam o bem-estar na comunidade interna – colaboradores e stakeholders – ou comunidade externa – atores sociais, parceiros, meio ambiente e comunidade local. Quando se fala que o empreendedorismo é social, fala-se de como as empresas são forças transformadoras do contexto de vida das pessoas, influencia na formação de valores e gera impactos na vida dos seus colaboradores e sociedade em geral.

A inserção dessa nova organização atua diretamente como estratégia de atração, através do perfil arquitetônico marcante e entretenimento, e atua indiretamente em um processo contínuo de

educação de mercado. A “marca” Cruz das Almas conseguirá educar o mercado em relação ao uso dos serviços por meio da criação de valor do ambiente, com produção cultural, por exemplo, itens que impactam na vida do consumidor durante e após o consumo.

Um conjunto de medidas transformadoras e investimentos de todas as partes interessadas levarão a um significativo aumento do movimento comercial, portanto é de se esperar um impacto social muito positivo. O investimento viria dos próprios lojistas, nos ambientes internos das lojas, e das entidades públicas competentes no ambiente externo das ruas.

Para realizar essa mudança na forma como se organiza o setor de comércio da cidade, as intervenções projetadas seriam: melhoria das ruas e calçadas, criando um boulevard (sem o tráfego de veículos, como se idealiza), aumento da segurança, iluminação estilizada, criação de um estilo arquitetônico nas lojas, construção de jardins, chafarizes, espaços compartilhados para integração da população, parque voltado para o público infantil, investimento na acessibilidade urbana para pessoas com diferentes capacidades e facilitar a logística do acesso ao centro comercial. Na maioria desses itens, a visão empreendedora integra-se ao conhecimento dos profissionais técnicos, arquitetos e engenheiros, necessitando, para tal, de um pacote de contratações, desde empresas de projeto até construtoras e montadoras.

Tomando como fonte de consulta a empresa Gamatécnica, de médio porte, localizada em São Paulo (SP), que ofereceu uma projeção aproximada do valor do investimento, podemos afirmar que uma obra desta monta necessitaria de investimentos da ordem de R\$ 10.000.000,00 a R\$ 15.000.000,00, números que precisam ser refinados através de um projeto executivo. Neste cenário, teríamos uma obra com 60 empregos diretos, 200 indiretos e uma duração de, aproximadamente, 18 meses, demonstrando o impacto positivo no

número de empregos, durante a construção, e posteriormente com a operação das novas lojas e quiosques.

Em uma abordagem inicial, estas lojas e quiosques - em seu novo conceito - poderiam aumentar seu potencial empregador, gerando um campo de trabalho novo, perene, para a cidade. Retomando o diferencial da presença dos estudantes, estes seriam utilizados como recursos humanos qualificados e disponíveis, tanto para as fases de construção e montagem como para a fase operacional, beneficiando-se das oportunidades de emprego e estágios. Além disso, como consumidores, sendo que investimentos voltados para este perfil tendem a contar com público constante.

As ruas visadas para o projeto são a Rio Branco e Edmundo Pereira Leite, que possuem juntas uma extensão de aproximadamente 300 metros. Entretanto, toda a Praça Senador Temístocles, que envolve essas ruas, bem como a parte da Avenida Alberto Passos que corta a praça, passariam por transformações significativas para compor o conjunto do polo de negócios. Na Figura 5 podemos observar a identificação das ruas e praça.

Figura 5 - Identificação do espaço referido na proposta - Praça Senador Temístocles - Cruz das Almas – Bahia.



Fonte: Extraído de Google Earth/ CNES/Airbus. Maxar Technologies (2020).

Atualmente a área conta com aproximadamente 45 empreendimentos, contabilizando apenas os que circundam a praça Senador Temístocles e estão voltados para esta. A área dá acesso a feira livre, ponto de grande fluxo de pessoas, especialmente aos sábados. Entretanto não se explora ao máximo o potencial, visto que a maioria dos espaços não é ocupada de forma a fomentar o desenvolvimento e atrair o público, ou por vezes nem são ocupados.

Um dos cenários possíveis, contaria com cerca de 100 empreendimentos alinhados a avenida. Lojas com preocupação com o arranjo físico, são um diferencial, pois liberam espaços e permitem acomodar mais negócios. Projetando quiosques de 6,25 m², 2,5 m x 2,5 m e espaçamento de 3m entre eles, teriam um máximo possível de 30 quiosques. Ora, se cada quiosque contratar duas pessoas, pensando de forma bastante conservadora, seriam - pelo menos - 60 novos empregos, sem mencionar a geração de impostos para a cidade.

Quanto ao público-alvo, as 80 mil pessoas estimadas para estarem na cidade no período junino seriam atraídas para a cidade durante todo o ano, em pacotes menores, porém constantes. O período de aumento no consumo, causado pelo período junino, dura aproximadamente um mês, começando no fim de maio e finalizando em junho, após as comemorações. Os municípios com que Cruz das Almas faz vizinhança, além das outras cidades que compõem a microrregião Santo Antônio de Jesus, alimentariam o comércio constantemente ao serem atraídos pela inovação e qualidade do centro comercial. Considerando que temos 46 fins de semana, excluindo o período das festas juninas, nossa proposta seria a de criarmos condições para atingirmos o objetivo de 1000 visitantes, turistas, por final de semana. Sendo assim, seriam 46.000 visitantes adicionais em um ano, ocupando o serviço e oferta locais, atualmente ociosos, com uma nova demanda.

Considerando-se que uma família de turistas regional, composta por quatro pessoas, desembolse, apenas em uma refeição R\$ 120,00 (R\$ 30,00 por pessoa) e gaste outros R\$ 50,00 em entretenimento infantil (R\$ 12,50 por pessoa) teríamos um volume adicional de faturamento de cerca de 2 milhões de reais.

Além deste volume, os próprios moradores de Cruz das Almas teriam acesso a uma nova área de entretenimento e gastronomia e também gerariam vendas adicionais.

Conclusão

O empreendedorismo está diretamente associado à sociedade e ao seu desenvolvimento. Atualmente, as condições econômicas brasileiras têm estreitado ainda mais esta relação, fazendo com que o impacto positivo e a necessidade do empreendedorismo sejam ainda maiores. Além do empreendedor, o desenvolvimento se sustenta na inovação e investimento, sendo que fatores socioambientais são indicadores tão importantes quanto o crescimento econômico.

O levantamento de informações como IDH, PIB, localização, renda per capita, empregabilidade, perfil da população, perfil do setor de serviços e fatores históricos (externos e internos) que influenciam na dinâmica da cidade de Cruz das Almas, permitiu analisar a interdependência destas variáveis e seu impacto no desenvolvimento, econômico e humano, desta localidade. Esta análise é importante para fazer projeções, especialmente para o centro do comércio, repensar no atual plano diretor da cidade e nas estratégias que estão sendo usadas para impulsionar o crescimento econômico. Existe um vasto campo de oportunidades ainda por serem exploradas, através de estratégias empreendedoras, visando elevar ao máximo as principais potencialidades locais. É possível ser mais inclusivo no processo, gerar movimento de consumo local, ao invés de nas cidades vizinhas, oferecendo opções atrativas e de bem-estar.

Acontecimentos que afetam constantemente o percurso da economia, como o tradicional festejo junino e a existência da UFRB permitem novas perspectivas, mais empreendedoras. Deste olhar sistêmico surgiu um dentre tantos projetos possíveis: proposta empreendedora para o centro comercial e de serviços de Cruz das Almas. A execução desta proposta visa fortalecer o comércio, criando alternativas de expansão e incentivos a novos empreendimentos no setor. Estas medidas transformadoras envolveriam todas as partes interessadas. Afinal, o centro da cidade de Cruz das Almas se mostra forte, porém focalizado somente nas necessidades básicas dos consumidores. Sustentado pela população local e um grande número de estudantes, poderia se transformar num polo de entretenimento e gastronômico, promovendo a interação com um espaço especialmente idealizado para tal que atrairia um novo público de turismo, elevando sobremaneira o ambiente comercial.

Referências

BAHIA. SEI. **Indicadores Municipais**. 2016. Disponível em: <http://www.sei.ba.gov.br/site/resumos/indicadores/indicadores_2909802.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2018.

BRASIL. IBGE. (Org.). **Cruz das Almas**. 2017. Página web. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/cruz-das-almas/panorama>>. Acesso em: 12 fev. 2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO. (Org.). **Relatório Anual de Informações Sociais**. Disponível em: <<http://www.rais.gov.br/sitio/tabelas.jsf>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

BUARQUE, Sergio C. **Metodologia de planejamento do desenvolvimento local e municipal sustentável**. Brasília: [s.n.], 1999. 104 p. Disponível em: <<https://georgenunes.files.wordpress.com/2015/04/metodologia-de-planejamento-do-desenvolvimento-local-e-municipal-sustentavel.pdf>>. Acesso em: 13 dez. 2017.

BULGACOV, Yára et al. **Jovem empreendedor no Brasil: a busca do espaço da realização ou a fuga da exclusão?** Revista de Administração Pública (RAP). Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rap/v45n3/07.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

CHIAVENATO, Idalberto. **Empreendedorismo dando asas ao espírito empreendedor:** Empreendedorismo e viabilização de novas empresas Um guia eficiente para iniciar e tocar seu próprio negócio. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2007. 296 p. Disponível em: <<http://www.buscadaexcelencia.com.br/wp-content/uploads/2010/08/Livro-Empreendedorismo-Idalberto-Chiavenato.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2018.

DIRETÓRIO de ruas Brasil. Microrregião de Santo Antônio de Jesus. Página web. 2018. Disponível em: < <https://www.diretorioderuas.com/BR/Bahia/Mesorregiao-Do-Reconcavo-Baiano/Microrregiao-De-Santo-Antonio-De-Jesus/>> Acesso em Jan. de 2018.

FIGUEROA, Carlos. **Boulevard Plaza Ñuñoa, Santiago, Chile.** Wikimedia Commons. Carlos Figueroa. Página web. 2020. Página web. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Boulevard_Plaza_%C3%91u%C3%B1oa,Santiago2020020802.jpg> Acesso em: Jul. 2020.

FLLL. **Boulevard Voltarie.** 2007. Wikimedia Commons. FLLL. Página web. Disponível em: < https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bd_Voltaire-general_view.JPG > Acesso em: Dez. 2017.

IBGE (Brasil). **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua.** 2018. Disponível em:<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/trabalhoerendimento/pnad_continua/default.shtm>. Acesso em: 05 fev. 2018.

MACHADO, Carlos Alberto Tosta. **O desenvolvimento Industrial da BahiaatravésdaEducaçãoeSustentabilidade.** CruzdasAlmas:Autor, 2017. 18 slides, color. Disponível em:<https://drive.google.com/file/d/0B6yehQe_IzicanlmYndOa29zTmE3cmhleGJtLVRoM2oxTVdB/view?usp=sharing>. Acesso em: 08 fev. 2018.

MARCONI, M.A. LAKATOS, E.M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados.** 6ª edição, São Paulo: Atlas, 2007.

PNUD. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 17, n. 1, p.1-32, abr. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ecos/v17n1/a03v17n1>>. Acesso em: 02 fev. 2018

GOOGLE Earth. **PRAÇA Senador Temístocles - Cruz das Almas – Bahia.** 2020. Página web. Disponível em: < <https://earth.google.com/web/search/Pra%C3%a7a+Senador+Temistocles,+Cruz+das+Almas+-+BA,+Brasil/@-12.67356718,-39.10165693,226.37384611,488.62959344d,30y,321.32552007h,0t,0r/kCTCnsnYCuEDAEU24NFktukDAGVqBFAjFpFHAIZ2W5MEbplHA>> Acesso em: Jul. 2020.

SCHUMPETER, Joseph Alois. **Teoria do Desenvolvimento Econômico: Uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico.** São Paulo: Nova Cultural, 1997. Disponível em: <http://www.ufjf.br/oliveira_junior/files/2009/06/s_Schumpeter_-_Teoria_do_Desenvolvimento_Econ%C3%B4mico_-_Uma_Investiga%C3%A7%C3%A3o_sobre_Lucros_Capital_Cr%C3%A9dito_Juro_e_Ciclo_Econ%C3%B4mico.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2018.

SEBRAE. Sebrae. **Anuário do Trabalho em pequenos negócios.** São Paulo: Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos, 2017. 33 p. Disponível em: <<https://www.dieese.org.br/anuario/2017/anuarioDosTrabalhadoresPequenosNegocios.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2018.

SILVA, Daciane de Oliveira. **Dinâmica espacial da feira livre de Cruz das Almas: uma leitura a partir das proposições de gestão e planejamento municipal.** In: SIMPÓSIO CIDADES MÉDIAS E PEQUENAS DA BAHIA, 5., 2016, Ilhéus. Anais... Ilhéus: UESB, 2016. p. 1 - 15. Disponível em: <<http://periodicos.uesb.br/index.php/ascmpa/article/viewFile/3635/3322>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

Análise do processo gerencial de uma cooperativa

*Carlos Alberto Machado Tosta
Gustavo Rodrigues Lopes*

Introdução

A região do semiárido brasileiro apresenta restrições no desenvolvimento devido ao baixo índice pluviométrico e a concentração de chuvas em determinados períodos, os quais configuram incertezas hídricas, alimentares e nutricionais, sendo tais problemas agravados pela ação humana. Os agricultores do município de Itaberaba, impactados pelo clima, encontraram uma forma de desenvolvimento econômico por meio do plantio de abacaxi, com auxílio da Cooperativa Agroindustrial de Itaberaba (COOPAITA), que é responsável pela gestão da cadeia produtiva da fruta.

A Cooperativa Agroindustrial de Itaberaba (COOPAITA) foi fundada em 2001, com o objetivo de promover uma comercialização do abacaxi, de forma vantajosa para os pequenos produtores, os quais eram prejudicados pela falta de referência de preços que os tornavam reféns dos compradores de outras regiões. A COOPAITA, localiza-se na Região Semiárida da Bahia, no município de Itaberaba, a aproximadamente 285 km de Salvador, capital do estado. Situa-se em um ponto estratégico para o comércio, na Praça Castro Alves, onde se apresenta um bom fluxo de pessoas devido à quantidade de empresas nas proximidades. Além da sede, a cooperativa possui uma fábrica na zona rural de Itaberaba e uma fábrica no município de Iaçú, localizado a 31,6 km do município de Itaberaba.

Segundo o IBGE, em 2018, o cultivo do abacaxi em Itaberaba alcançou um valor de produção de R\$ 14.738 milhões de reais, sendo

o maior propulsor agrícola da região. Apesar do abacaxizeiro de Itaberaba se desenvolver consideravelmente com o clima semiárido, problemas têm sido notados e não podem ser negligenciados. O crescente número de municípios produtores de abacaxi e as imposições mercadológicas exigem da COOPAITA a utilização de práticas gerenciais que continuem viabilizando o sucesso da organização e que mantenham o município de Itaberaba como referência na produtividade e qualidade do abacaxi.

De acordo com o SEBRAE (2014), o objetivo de uma cooperativa não é a obtenção de lucros e sim o da valorização da produção através da percepção da importância do capital humano e do cooperativismo. Tais características podem ser viabilizadas através de um plano eficiente: “Planejar é antever problemas e traçar ações estratégicas que possam evitá-los” (RIBAS, FACINI E TEIXEIRA, 2014, p.22).

O Ciclo PDCA é um método gerencial que possibilita o sucesso de uma organização, através da definição de metas (FALCONI, 2009). O objetivo desse trabalho é aplicar o método PDCA para análise do planejamento estratégico da Cooperativa Agroindustrial de Itaberaba, viabilizando a permanência do destaque do município, através de melhorias das práticas gerenciais da organização. O planejamento estratégico é um processo gerencial que estabelece uma série de diretrizes e aplicações que viabilizam o estabelecimento e cumprimento das metas (BRASIL, 2013).

Método

Para coleta de dados, foram realizadas entrevistas não estruturadas com o presidente da Cooperativa, com funcionários, com cooperados e com produtores locais sem vínculo com a organização. Realizou-se também a coleta de um planejamento da organização, armazenado em uma planilha eletrônica, com objetivo de analisar a evolução das atividades propostas no plano. Por fim, foi aplicado o modelo

de negócios Canvas. As ferramentas utilizadas permitiram a interação do pesquisador com o grupo de pessoas que serão beneficiadas pelo trabalho, facilitando a aplicação dos conceitos abordados.

Revisão do planejamento estratégico

Realizou-se uma revisão do Planejamento Estratégico já existente na cooperativa, apontando mudanças necessárias para o seu aprimoramento e identificando sua aplicabilidade e eficiência. Foi avaliada a partição dos funcionários na estruturação e aplicação do plano, o andamento e nível de clareza das metas propostas e a capacidade da equipe em alcançar os resultados no prazo determinado. O objetivo foi o de proporcionar metas enxutas e entendíveis, que estejam alinhadas com a capacidade de entrega dos responsáveis pela sua realização.

Metodologia da aplicação da análise de cenários

Neste tópico, submeteu-se uma análise de cenários, com base nas entrevistas e na revisão do planejamento estratégico. A análise compreendeu a proposta de metas e planos que apresentam um detalhamento das ações necessárias para o alcance dos resultados e estratégias que detalham qual caminho deveria ser seguido, fazendo com que esta análise seja ferramenta de direcionamento para o Presidente da cooperativa na tomada de decisão e na orientação da sua equipe.

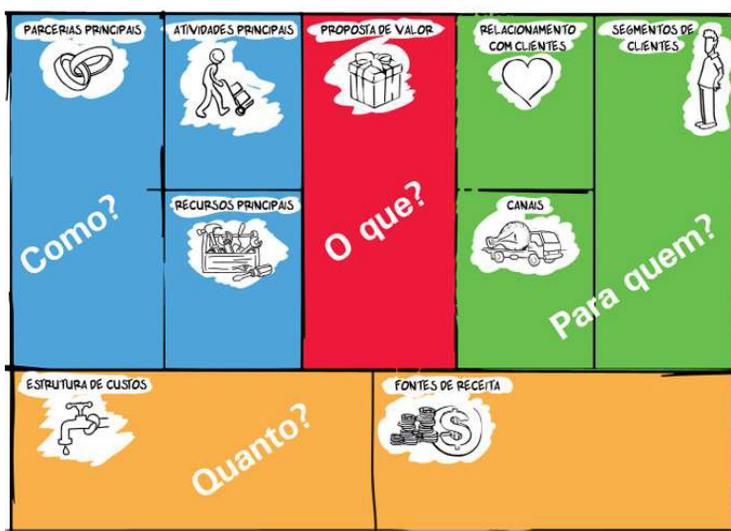
Metodologia da aplicação do modelo de negócios – Canvas

De acordo com o SEBRAE (2013), a aplicação do modelo Canvas nas organizações, traz quatro diferenciais: i) Pensamento Visual: permite a representação de ideias por meio de desenhos, ii) Visualização Sistêmica: possibilita a compreensão de todo o processo; iii) Cocriação: permite que todas as partes envolvidas (*stakeholders*)

possam acrescentar na análise do modelo; iv) Simplicidade e Aplicabilidade: coloca em foco tudo que é mais importante para a obtenção dos resultados de uma organização.

Segundo Osterwalder e Pingneur (2011), o Canvas (Figura 4) pode ser descrito através de nove componentes que esclarecem as propostas de uma organização para a geração de valor. Estes componentes abrangem as principais áreas de um negócio: clientes, oferta, infraestrutura e viabilidade financeira. Apesar da importância de estruturar um Canvas manualmente, optou-se por um modelo virtual, com a utilização do programa Easy Canvas, apresentando uma melhor visualização aos leitores do trabalho. O modelo será aplicado pelo pesquisador, com informações obtidas pelo presidente da cooperativa.

Figura 4 – Modelo de Negócios – CANVAS.



Fonte: Adaptado de SEBRAE (2013).

Desde a descrição do segmento dos clientes, até a definição da estrutura de custos, o responsável pela estruturação do modelo de negócios estará descrevendo características essenciais de uma

organização, que devem garantir o cumprimento dos objetivos, alinhado ao seguimento da proposta de valor.

Resultados e discussões

Revisão do planejamento estratégico

Segundo Castello (s.d), o planejamento estratégico deve ser acompanhado de perto pelos membros que participaram da sua criação. Em uma das visitas realizadas à COOPAITA observou-se que havia um planejamento na organização, elaborado com auxílio de um consultor. Este plano não estava sendo monitorado pelos membros da cooperativa, fazendo-se necessária a revisão das suas estratégias e do nível de execução. Nota-se também que a cooperativa não apresenta uma sistematização de armazenamento de dados, o que pode dificultar o desenvolvimento de pesquisas, a previsão de demandas de produção, a geração de indicadores e a divulgação de melhorias de resultados às partes envolvidas (*stakeholders*).

As metas da cooperativa existem, porém em um número excessivo e que não foram cumpridas nem sequer monitoradas em tempo de gestão factível com a necessidade da realidade dos negócios. São 117 metas, 16 realizadas e 101 atrasadas. Segundo Falconi (2009), as metas de uma organização não devem ser simples, de forma que a equipe se acomode e que não tragam resultados satisfatórios, mas também não podem ser inviáveis, pois ocasionam uma desmotivação na equipe. Sendo assim, as metas devem ser vistas pelo grupo como um bom desafio, que deve e pode ser alcançado, mas para o sucesso do planejamento todos devem estar conscientes de suas obrigações para o alcance dos resultados.

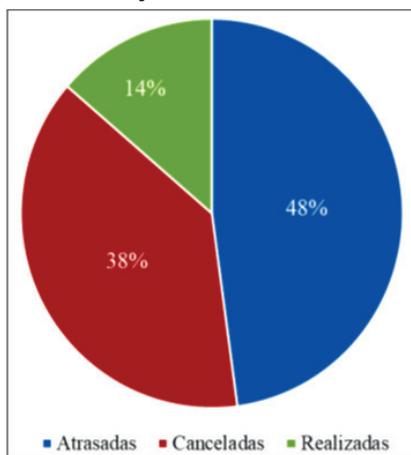
Através de entrevistas não-estruturadas identificou-se que os funcionários da cooperativa que participaram da elaboração das estratégias não se recordam ou tiveram dificuldades para lembrar

de algumas metas apresentadas na planilha. Notou-se também que algumas metas não apresentam linguagem esclarecedora ou ainda são repetitivas. Tais metas devem ser canceladas, a fim de tornar o planejamento mais enxuto e entendível.

A proposta deste tópico não compreende a elaboração de novas metas e estratégias, tampouco a exclusão de metas já existentes, o intuito é pontuar os problemas identificados. O primeiro resultado obtido com a revisão deste planejamento pode ser visualizado na Figura 5, na qual apresenta-se a situação das metas da COOPAITA, apresentado as metas atrasadas, realizadas e as que devem ser canceladas.

Observa-se que 14% das metas foram realizadas, sendo que estas apresentavam linguagem clara e objetivos alcançáveis. Por meio das entrevistas notou-se que os responsáveis pelas metas realizadas mostram-se entusiasmados com a efetivação dos seus objetivos, demonstrando a importância do alcance dos resultados para os envolvidos no planejamento. Outro ponto a se destacar é que um dos funcionários foi responsável pelo cumprimento de 50% das metas, fazendo-se necessário analisar o porquê de alguns membros da equipe estarem mais engajados no cumprimento dos objetivos da organização.

Figura 5 – Situação das metas da COOPAITA.



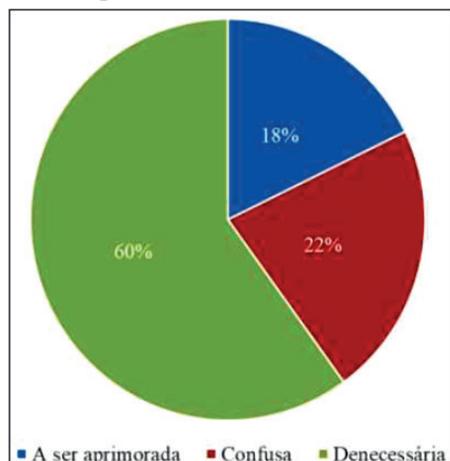
Fonte: Autoria própria (2020).

As metas atrasadas correspondem a 48% do total. Apesar destas apresentarem uma mensagem clara e resultados alcançáveis, há um grande número de metas para a quantidade de funcionários. Algumas metas poderiam ter sido mescladas por serem similares ou complementares tornando o planejamento mais enxuto e possivelmente manteria a equipe mais alinhada e motivada na busca pelos resultados. O fato das metas estarem atrasadas não implicam no insucesso de uma organização, mas demonstram que o plano estruturado não está sendo seguido.

Após identificar que o planejamento da COOPAITA apresentava muitos propósitos, gerando dispersão e inviabilizando a eficiência do plano de ação, foi proposto, como segundo resultado, o cancelamento de 40% das metas. Essas metas foram selecionadas do total inicial de 101 metas atrasadas. Com esta proposta de alteração é possível promover um planejamento mais enxuto, aumentando a possibilidade de compreensão e facilitando o alinhamento da equipe na busca pelo alcance dos resultados. As metas canceladas foram classificadas em três tópicos que estão representados na Figura 6 .

Analisando a Figura 6 pode-se afirmar que 18% das metas canceladas devem ser aprimoradas, pois são essenciais para a COOPAITA e foram bem elencadas, entretanto não apresentam uma linguagem esclarecedora, causando uma confusão nos funcionários quanto ao seu significado e as estratégias do plano de ação, fazendo-se necessário reescrevê-las, com linguagem mais clara. A dificuldade no entendimento do enunciado de uma meta pode causar desmotivação na equipe, principalmente quando o planejamento é algo novo para o grupo.

Figura 6 – Metas canceladas.



Fonte: Autoria própria (2020).

Observa-se que 60% das metas canceladas são desnecessárias. Esta classificação compreende o conjunto de metas que são repetitivas ou que não são essenciais para a realidade da organização. A COOPAITA possui um quadro de quatro funcionários e um planejamento que não foi cumprido no prazo estabelecido, fazendo-se necessário o cancelamento de algumas metas para a estruturação de um novo planejamento.

Classificam-se como confusas 22% das metas, as quais não são recordadas pelos membros da organização, sendo impossível definir sua relevância para o planejamento. É essencial que o planejamento possa ser entendido com clareza pelos responsáveis por sua estruturação e realização, de forma que o líder tenha a possibilidade de delegar as atividades necessárias aos responsáveis pelo cumprimento das metas.

Análise de cenários

A análise de cenários proposta pode orientar os membros da COOPAITA no caminho para ao alcance dos resultados. Optou-se por elencar as metas e os planos necessários para a realização da

análise de cenários na mesma coluna, seguindo a ideia de promover um planejamento enxuto. As estratégias estão elencadas na outra coluna. Os resultados são apresentados no Quadro 1.

Apesar da quantidade de propósitos no planejamento da COOPAITA, optou-se por resumir os objetivos da análise de cenários em seis metas, buscando garantir o cumprimento dessas atividades. O intuito é que as ações sejam tomadas, a fim de motivar a equipe e garantir pequenos avanços no sistema gerencial da organização. Após serem implantadas essas melhorias, recomenda-se que o número de metas e estratégias sejam aumentadas gradativamente, de acordo com a capacidade de realização da equipe.

Quadro 1 - Simulação de Cenários.

Estratégias	Metas
1 Investimento contínuo no avanço profissional dos funcionários	Promover capacitações em práticas gerenciais aos funcionários da COOPAITA. O objetivo é garantir que os resultados da organização sejam alcançados, através da qualificação dos membros do grupo em práticas gerenciais. Acredita-se que por intermédio desta meta, será possível alavancar os resultados, já que os funcionários da cooperativa estarão mais familiarizados com conceitos de gestão.
2 Avaliação da qualidade dos produtos e serviços oferecidos	Implantar um sistema para avaliar a satisfação dos clientes, estabelecendo parâmetros que estejam relacionados, com prazo, qualidade e tempo. O objetivo é garantir o fornecimento de um serviço de qualidade. Espera-se que os resultados possam gerar indicadores que auxiliem na avaliação dos processos e serviços.
3 Garantia do escoamento da produção	Buscar estratégias e novos mercados para a comercialização das barrinhas de cereal. Nota-se que a capacidade produtiva é maior do que a demanda do mercado desse produto, fazendo-se necessário avaliar novas opções para o escoamento da produção
4 Redução dos custos com armazenagem	Avaliar os custos fixos e variáveis com armazenagem do abacaxi na câmara fria. O intuito é manter um estoque mínimo, evitando gastos desnecessários com produtos que não estão sendo comercializados. Presume-se que a redução do estoque permitirá uma migração do capital investido com armazenagem, para funções essenciais da cooperativa.

5	Conquista de clientes perenes	Buscar clientes em potencial que estabeleçam uma relação de fidelidade. Essa meta possibilita uma melhor previsão das vendas, já que visa um fornecimento contínuo, sem grandes oscilações anuais e ainda garante o aumento da utilização da capacidade produtiva.
6	Desenvolvimento da análise de concorrentes	Analisar criteriosamente os concorrentes em todo o território nacional. O objetivo é aperfeiçoar as técnicas e estabelecer preços, avaliando as práticas adotadas por outras organizações. Essa prática é viabilizada, através da contratação de profissionais especializados, entretanto avaliações iniciais já podem ser iniciadas na cooperativa com o quadro atual de funcionários

Fonte: Autoria própria (2020).

“Capacitar o capital humano, para as empresas, em uma sociedade onde o conhecimento é de suma importância, significa oferecer aos clientes um produto de melhor qualidade” (OLIVEIRA, et al., 2012, p.7). A Estratégia 1 trata do investimento na capacitação dos funcionários em práticas gerenciais, essa necessidade foi discutida na revisão do Planejamento Estratégico e já era reconhecida pela organização. Graduando em grau de importância, essa é a principal estratégia, já que ela viabilizará o conhecimento dos responsáveis pela realização das metas, em conceitos essenciais para o seu funcionamento.

A Estratégia 2 provém da necessidade da cooperativa em ter um sistema de avaliação da satisfação dos clientes. Satisfazer as necessidades de um cliente, proporcionando equilíbrio entre prazo, preço e qualidade, garante o seu retorno à uma organização. A COOPAITA não recebe muitas reclamações sobre os produtos fornecidos e os serviços prestados, entretanto ainda não existe um sistema de avaliação da satisfação dos seus clientes, o que inviabiliza a geração de indicadores deste quesito.

A partir de entrevistas com o presidente da cooperativa, foi possível notar que há uma certa dificuldade na comercialização

das barras de cereal que são produzidas no município de Iaçú. As barras possuem uma excelente qualidade e são bem aceitas pelos moradores do município de Itaberaba, já que favorecem o desenvolvimento da cultura do abacaxi local. Entretanto a fábrica instalada possui uma capacidade de produção mais alta do que a demanda do mercado, sendo inevitável questionar-se sobre o problema. Identificou-se que uma estratégia seria a comercialização para outros estados, entretanto o prazo de validade da barra é de apenas 6 meses, dificultando a exportação. A Estratégia 3 visa a busca por novos mercados e a análise da viabilidade de alterar a composição das barras de cereal, visando um maior prazo na data de validade.

“Uma das grandes dificuldades encontradas pelas empresas, atualmente, consiste em se prever com maior previsão seus índices de demanda” (ANDRADE, 2011, p.3). A COOPAITA não possui nenhuma forma de mensurar os custos com armazenagem do abacaxi, não apresentando previsões de demanda, o que pode acarretar altos custos desnecessários. A organização apresenta uma câmara fria com capacidade de armazenagem de 2 toneladas de abacaxi, a qual encontra-se cheia na maioria das vezes. É essencial fazer uma análise dos custos gerados com essa armazenagem, visando a possibilidade de manter um estoque mínimo.

O objetivo da Estratégia 5 é conquistar novos clientes potenciais, que sejam responsáveis por altos volumes de compras durante todo o ano, aproveitando a capacidade produtiva e reduzindo gastos com a ociosidade da produção. Neste contexto, nota-se que todas as estratégias citadas anteriormente viabilizam a Estratégia 5, já que para o seu funcionamento se faz necessário um ambiente voltado para a satisfação dos clientes e para a qualidade dos serviços oferecidos, alinhados a redução das incertezas organizacionais e operacionais.

A análise dos concorrentes (Estratégia 6), é de grande relevância para o atual cenário da COOPAITA, já que tem se notado através de entrevistas não-estruturadas com produtores e com funcionários, que o aumento da produção em municípios da Bahia e em outros estados, começam a impactar diretamente na comercialização do abacaxi produzido em Itaberaba. Propõe-se a iniciativa da análise dos concorrentes nos estados que mais tem se perdido vendas no último ano, averiguando as práticas adotadas, os preços, as tecnologias, a logística e outros parâmetros que sirvam de análise para melhorias dos processos da organização. Vale salientar que a cooperativa detém padrões de qualidade reconhecidos em todo território nacional, mas isso não abandona a necessidade de avaliar a movimentação do mercado nacional, muito pelo contrário, em um mercado dinâmico os riscos com os concorrentes são cada vez maiores.

Espera-se que com a análise de cenários, através do Planejamento (*Plan*) de melhorias organizacionais, com metas e estratégias estabelecidas, se alcance os resultados necessários, para tal, se faz necessário a participação de todos os funcionários nas fases de Realização (*Do*), Monitoramento (*Check*) e de Ação (*Act*). Espera-se que a implementação do ciclo PDCA em uma cooperativa seja disseminado com velocidade, pois os membros do grupo fazem parte de uma organização que tem como premissa, a cooperação e o trabalho em equipe.

Quadro do modelo de negócios (Canvas)

O Canvas, elaborado pelo pesquisador possibilita a apresentação das diretrizes da COOPAITA em um quadro de simples visualização. Através das entrevistas notou-se que os membros da organização compreendem algumas de suas necessidades para alcançar os resultados, entretanto a falta de documentos com dados

históricos e ferramentas gerenciais que apresentem as premissas de forma clara e objetiva, podem causar uma perda de foco em alguns momentos, dificultando melhorias nos processos. Dessa forma, o quadro apresenta-se como uma excelente ferramenta para fomentar a utilização do método gerencial e do planejamento estratégico para estruturação das metas da organização.

Proposta de valor: A proposta de valor apresentada no Canvas compreende as estratégias da COOPAITA para atuar no mercado, identificando seus diferenciais em relação aos concorrentes; As barras de cereal da COOPAITA apresentam um gosto característico, sendo apreciadas pelos moradores locais e por turistas que se interessam pela cultura do abacaxizeiro no município; O abacaxi desidratado, além de preservar características organolépticas das frutas, exibe vantagens para os clientes interessados em grandes volumes de compra, já que apresenta menores custos com transporte e armazenagem; Os produtos comercializados pela COOPAITA apresentam padrões de qualidade, reconhecidos pela EMBRAPA e EBDA.

Segmento de clientes: O segmento de clientes apresenta quais os perfis dos clientes que serão impactados positivamente com a proposta de valor da COOPAITA; As empresas que utilizam o abacaxi como matéria-prima para produção de outros produtos podem economizar com a compra do abacaxi desidratado, já que este é leve e simples de transportar; Os amantes de uma alimentação saudável e equilibrada podem se interessar pelas barras de cereais da Cooperativa, pois estas são ricas em fibras e proteína; Os moradores de localidades que não apresentam produção de abacaxi com alta qualidade são potenciais clientes das frutas comercializadas pela COOPAITA; Moradores locais nem sempre valorizam a cultura do abacaxizeiro do município, mas tal situação pode se tornar um nicho para investimentos dos residentes de Itaberaba, através de ações que busquem o apoio da comunidade na valorização e reconhecimento da importância do abacaxi para a região.

Figura 7 – Canvas – COOPAITA.

Parceiros-Chave	Atividades-Chave	Proposta de valor	Relacionamento com clientes	Segmento de clientes
Grupo Gestor do Abacaxi, Prefeitura de Itaberaba, Governo do Estado da Bahia	Produzir abacaxi desidratado e barras de cereais com qualidade Comercializar os melhores abacaxis in natura da região <u>Garantir</u> uma boa relação com os clientes	Barras de cereais deliciosas com baixo teor calórico	Redes sociais Ligações, e-mail, <u>whatsapp</u>	Empresas que utilizam o abacaxi desidratado como matéria-prima
Embrapa, EBDA, ADAB, <u>Bahiatec</u> , SENAR, Sindicato Rural	Tia Sônia	Abacaxi desidratado, fruta seca e saborosa com menores custos para transporte e armazenagem	Presencialmente na sede da <u>Coopaita</u>	Pessoas que buscam uma alimentação saudável
Outras cooperativas	Recursos-Chave Órgãos financiadores Máquinas	Qualidade garantida pela Embrapa e EBDA	Canais Supermercados locais Ponto de fidelidade	Moradores de regiões que carecem de produção de abacaxis de qualidade
Tia Sônia	Presidente, vendedor, analista financeiro, chefe de produção, marqueteiro e administrador	Oportunidade de favorecer a economia local	Terceirização da logística	Moradores locais
Estrutura de custos Aproveitar a capacidade produtiva Buscar clientes potenciais Redução com custos de armazenagem		Fontes de receita Comércio varejista e atacado Exportação interestadual		

Fonte: Autoria própria (2020).

Canais - Neste tópico define os pontos de venda, onde serão atendidos os clientes – o principal ponto de venda presencial é a sede da Cooperativa, localizada em um ponto estratégico para o comércio, no município de Itaberaba – a COOPAITA também fornece seus produtos para supermercados locais, onde os clientes encontram barras de cereais e abacaxi desidratado; Principalmente nos períodos de safra, a Cooperativa opta pela terceirização da logística, reduzindo custos fixos com funcionários e veículos.

Relacionamento com clientes – o relacionamento com clientes apresenta as estratégias utilizadas para garantir que os clientes

estejam satisfeitos com os serviços prestados pela organização – os clientes são atendidos, principalmente, na sede da COOPAITA \- os funcionários da Cooperativa atendem também por E-mail, WhatsApp e ligações; Recomenda-se a efetivação do atendimento em redes sociais.

Fontes de receita – apesar da Cooperativa não apresentar fins lucrativos, seu sucesso depende diretamente da satisfação dos cooperados que serão beneficiados por uma boa educação financeira; as principais fontes de receitas da COOPAITA são o comércio varejista e atacado e a exportação interestadual.

Recursos principais – o presente tópico aborda os recursos necessários para garantir a satisfação dos consumidores – atuação de órgãos financiadores que apoiam os projetos e investimentos da organização – As máquinas são os recursos físicos que garantem a transformação da matéria-prima em um produto – a Cooperativa apresenta como recursos humanos – presidente, vendedor, analista financeiro e chefe de produção – Recomenda-se a contratação de um administrador e de um profissional de marketing.

Atividades principais – aborda as principais ações que devem ser desenvolvidas pela Cooperativa para que se atinja a proposta de valor – É essencial que a organização continue produzindo abacaxi desidratado e barras de cereais com qualidade reconhecida pelos órgãos fiscalizadores e por empresas que desenvolvem pesquisas na área agrícola – A Cooperativa seleciona de forma criteriosa os abacaxis que são fornecidos pelos produtores – Orienta-se que os membros da COOPAITA implantem um sistema de avaliação da satisfação dos clientes, possibilitando a geração de indicadores de qualidade.

Parcerias principais – os parceiros da Cooperativa irão auxiliar na redução de incertezas no processo organizacional, estratégico e operacional – Órgãos públicos são essenciais para o sucesso de uma

organização, a COOPAITA possui apoio de várias destas entidades. Destacando-se a Prefeitura de Itaberaba, o Governo do Estado da Bahia, a EMBRAPA e a EBDA; – a Tia Sônia é uma empresa do ramo alimentício, sendo reconhecida por produzir a granola mais vendida do Brasil. A empresa entra na lista de parceiros-chave, já que é responsável pela compra de uma grande parte da produção de abacaxis desidratados.

Estrutura de custos – no último tópico opta-se por incitar a busca por redução de custos dos processos operacionais da COOPAITA – a COOPAITA possui uma capacidade produtiva de barras de cereais maior do que a demanda atual do mercado. Prestar serviços de produção à outras organizações com a fábrica de cereais, quando esta estiver ociosa, é uma possibilidade de otimização – deve-se evitar a geração de estoques desnecessários, volumes elevados de matérias-primas ou produtos que não estão sendo comercializados geram custos – a conquista de clientes potenciais é uma excelente forma de aproveitar a capacidade produtiva, pois estes podem garantir um fluxo contínuo de vendas.

Conclusão

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou a análise de como o planejamento estratégico está sendo trabalhado em uma cooperativa de produção, uma reflexão acerca dos benefícios do processo gerencial e dificuldades na efetivação deste modelo em uma organização, além disso, também permitiu a utilização do PDCA, avaliando como esse método gerencial auxilia na efetivação de um planejamento.

Os funcionários da Cooperativa demonstram interesse em desenvolver habilidades na realização de um planejamento, mas possuem dificuldades no desenvolvimento de metas consistentes,

na realização das propostas predefinidas e no monitoramento das estratégias estabelecidas.

A revisão do planejamento estratégico possibilitou a definição da situação das metas da Cooperativa, as quais não estavam sendo monitoradas pelos funcionários. Após identificar a situação das metas, tornou-se possível identificar quais delas poderiam ser canceladas, tornando o planejamento mais enxuto. A análise de cenários apresentou a proposta de seis metas e estratégias, que apresentaram o alvo e o caminho para a obtenção de resultados essenciais para organização. O Canvas permitiu a definição de uma proposta de valor em paralelo a todos os itens necessários para a realização desta proposta.

Nesse sentido, a utilização do planejamento estratégico em uma organização permite a definição de metas e estratégias que viabilizam o atingimento dos resultados, buscando a participação ativa de todos os envolvidos no processo. A revisão do processo gerencial permitiu a identificação de falhas e a proposta de melhorias, visando um retorno satisfatório para organização.

Referências

ANDRADE, R.Q. de. Gestão de Estoques: **Uma revisão teórica dos conceitos e características**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 31, 2011. Belo Horizonte, 2011.

BRASIL. Procuradoria Geral da República. **Manual de gestão por processos**. Brasília: MPF/PGR, 2013. 53 p.

CASTELLO, D. **Como construir e executar seu planejamento estratégico**: Um guia de Boas práticas para empreendedores. Endeavor Brasil, s.d.

FALCONI, V. **O verdadeiro poder**: Práticas de gestão que conduzem a resultados revolucionários. 2. ed. Nova Lima: Falconi Editora, 2013. 159 p.

IBGE– Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **IBGE Cidades - Itaberaba: Produção Agrícola Municipal**. 2018.

OLIVEIRA, L. J. de. et al. **Capacitação De Funcionários como Diferencial em um Mundo Globalizado**: o Caso da ASCOMIM em Mato Grosso. In: CONGRESSO VIRTUAL BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO, 9, 2012.

OSTERWALDER, A.; PINGNEUR, Y. *Business Model Generaion* - Inovação em Modelos de Negócios: um manual para visionários, inovadores e revolucionários. Rio de Janeiro: Alta Books, 2011. 300 p.

RIBAS, A. J. F.; FACINI, M. A.; TEIXEIRA, G. **Planejamento Estratégico**. Guarapuava-PR:Serviço Brasileira de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE). Cooperativa. Brasília, 2014. 62p. (Série Empreendimentos Coletivos). Unicentro, 2014. 58p.

Gestão diferenciada de RCC em Conceição do Almeida/BA

*Bianca Sá Teles Andrade
Anaxsandra da Costa Lima Duarte*

Introdução

A indústria da construção civil tem papel fundamental na economia do Brasil, influenciando significativamente no seu PIB. No ano de 2016, foi responsável pela geração de 2.013.789 de empregos e pela receita bruta de R\$ 319.598.285.000,00 nas empresas de construção (IBGE, 2016). Porém, em consequência da falta de planejamento adequado de obras, da ausência de tecnologia avançada e mão de obra especializada, além do desperdício de matéria-prima, a degradação ambiental cresce em paralelo ao crescimento econômico.

Segundo Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2012), os municípios brasileiros coletaram mais de 35 milhões de toneladas de Resíduos da Construção Civil (RCC), o que representa cerca de 55% dos Resíduos Sólidos Urbanos coletados naquele ano. Este número se torna mais preocupante tendo em vista que o descarte inadequado do RCC pode gerar diversos impactos ambientais aos municípios, produzindo custos extras à Prefeitura, ligados à saúde pública e à infraestrutura da cidade.

Dentre os principais impactos ambientais resultantes do inadequado descarte dos RCC podem ser destacados a poluição visual, a obstrução de vias públicas e a degradação ambiental. Porém, a proliferação de vetores de doenças, o entupimento da rede de drenagem urbana e o assoreamento de rio, lagos e córregos

também são problemas presentes na cidade. Daí a importância de medidas governamentais que incentivem a gestão e o manejo correto dos RCC, culminando em impactos favoráveis ao saneamento e à saúde pública (MORALES et al, 2011).

A Resolução CONAMA nº 307 (CONAMA, 2002) “estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais”. Esta Resolução define que os municípios e o Distrito Federal devem implantar o Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil (PMGRCC), atuando em conjunto com os grandes geradores, que devem efetuar o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), com o intuito de estabelecer diretrizes para o manejo e disposição correta dos RCC.

Apesar dessa diretriz já ter 18 anos, apenas 56% dos municípios brasileiros apresentam o PMGRCC implantados e desses, somente 36% priorizam a utilização dos agregados reciclados em obras de pavimentação pública, o que demonstra a necessidade de incentivos públicos para a utilização dos agregados reciclados. (MIRANDA et al., 2016). De acordo com o SINDUSCON-SP (2012), os geradores não dispõem de alternativas para a disposição correta dos RCC e o Poder Público comumente se resigna a exercer uma Gestão Corretiva (GC), que se caracteriza por adotar medidas não preventivas e emergenciais, que se tornam repetitivas e custosas, e conseqüentemente são ineficientes para a limpeza urbana.

Diante do fracasso do modelo de Gestão Corretiva, a Gestão Diferenciada (GD) se tornou uma alternativa mais eficaz, menos custosa e sustentável para o Poder Público. Pinto (1999) definiu as diretrizes básicas da Gestão Diferenciada dos RCC, que são: a) facilitação total da disposição dos RCC e outros resíduos sólidos que comumente com ele transitam, b) diferenciação integral dos resíduos

sólidos captados e c) alteração da destinação dos resíduos captados pela adoção da reciclagem.

Para comprovar a viabilidade econômica e ambiental da GD, Pinto (1999) desenvolveu um índice de avaliação, denominado Equação de Sustentação, que consiste em comparar os somatórios dos custos da GC e da GD. De forma simplificada, para a Gestão Corretiva contabilizam-se os custos com a remoção de RCC, limpeza dos bota-foras e da aquisição de agregados para obras públicas; na Gestão Diferenciada se contabilizam os custos de implantação, operação e manutenção das áreas de captação das centrais de reciclagem de RCC.

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho é avaliar a sustentabilidade econômica de uma proposta de PMGRCC para o município de Conceição do Almeida/BA, criada por Santana (2018), por meio da Equação de Sustentação. Para isto, foram analisadas a GC, utilizada atualmente no município, e a GD proposta. Também foram feitas sugestões a fim de se complementar o PMGRCC, aprimorando-o para que o plano esteja de acordo com as necessidades do município.

Método

A análise da viabilidade da implantação da Gestão Diferenciada no município de Conceição do Almeida/BA foi feita a partir da determinação da Equação de Sustentação da Gestão Diferenciada (Equação 1). Para tanto, foi preciso definir os custos das Gestões Corretiva (Equação 2) e Diferenciada (Equação 3). Para a definição dos custos desta, o presente trabalho tomou como base o projeto de PMGRCC desenvolvido por Santana (2018) e o incrementou com a definição de algumas rotinas de operação, especificação de equipamentos etc. para que a orçamentação da GD fosse feita a partir de um projeto mais próximo do real.

$$ESGD = DGC - DGD \quad (1)$$

Onde:

ESGD = Equação de Sustentação da Gestão Diferenciada. Se o valor for positivo, indica viabilidade da Gestão Diferenciada;

DGC = Despesas totais com a Gestão Corretiva;

DGD = Despesas totais com a Gestão Diferenciada.

$$DGC = CRem + CCor + CAter + CAgr \quad (2)$$

Onde:

DGC = Despesas totais com a Gestão Corretiva;

CRem = Custo mensal da remoção dos RCC dispostos em bota-fora;

CCor = Custo mensal correção (limpeza) dos terrenos baldios;

CAter = Custo mensal aterramento;

CAgr = Custo mensal para aquisição de agregados para obras públicas.

$$DGD = CRRD + CRRL + CRA + CGes + CAter + CRec \quad (3)$$

Onde:

DGD = Despesas totais com a Gestão Diferenciada;

CRRD = Custo remoção resíduos densos;

CRRL = Custo remoção resíduos leves;

CRA = Custo mensal rede atração;

CGes = Custo mensal de gestão;

CAter = Custo mensal aterramento;

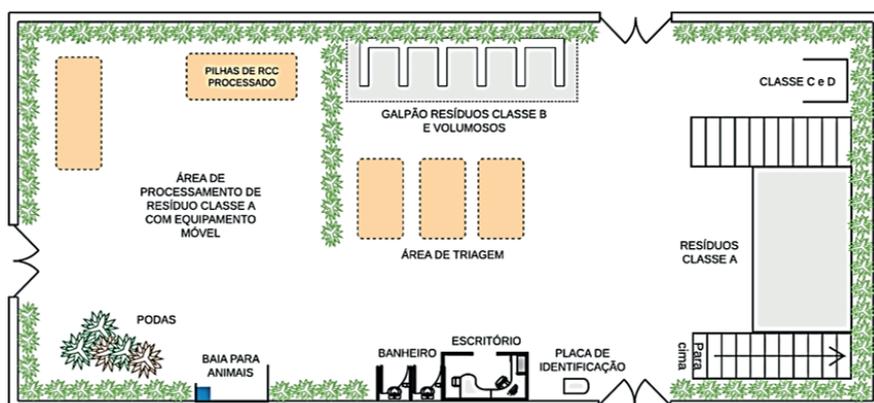
CRec = Custo mensal reciclagem.

Projeto de PMGRCC

Devido ao pequeno porte (população de 17.889 pessoas, de acordo com o IBGE, 2010), Santana (2018) propôs a criação de um único PEV Central para o município, designado para o recebimento, triagem, armazenamento e destinação final dos RCC. A Figura 1 mostra a estrutura do PEV Central.

A partir dessa estrutura, algumas considerações foram tomadas no presente trabalho, sempre no intuito de atender à geração de RCC do município. Por exemplo, foi estabelecido que a usina de reciclagem opera a uma capacidade de 1,5 ton/h, com uma jornada de 22 dias mensais. O equipamento proposto para o funcionamento da usina é o conjunto de britagem móvel, que possui instalações completas montadas sobre carretas que podem ser transitadas em qualquer tipo de estrada e atendem a formação de qualquer faixa granulométrica de produção. Os equipamentos contidos no conjunto são um britador de mandíbulas, um alimentador vibratório e transportador de correia (FURLAN, 2018).

Figura 8 - Layout do PEV Central.



Fonte: Adaptado de Santana (2018).

Geração de RCC

Como a maioria dos municípios brasileiros, Conceição do Almeida não apresenta uma série de dados históricos suficiente para se obter alguma análise sobre a geração de RCC no município, havendo apenas, no banco de dados do SNIS, os valores da quantidade de RCC recebida na unidade de processamento, nos anos de 2014 e 2015 no banco de dados do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS). Por isso, no presente trabalho, essa quantidade foi estimada indiretamente, a partir de dados coletados pelo SNIS, apresentados no estudo realizado por Fernandez (2012). Foram utilizadas informações de 51 municípios brasileiros com até 30 mil habitantes, faixa na qual se enquadra Conceição do Almeida.

A média per capita encontrada foi de 130,3 toneladas a cada mil habitantes durante o ano. Assim, foi possível obter a média mensal de RCC gerado pelo número de habitantes do município com o auxílio da Equação 4:

$$MM = MC * \frac{NH}{12} * 1000 \quad (4)$$

Onde:

MM = Média anual de RCC gerado;

MC = Média per capita fornecida pelo IPEA;

NH = Número de habitantes do município.

Gestão corretiva: estimativas

A partir dos parâmetros definidos por Pinto (1999) acerca da Gestão Corretiva (Equação 2) presentes na Equação da sustentação da Gestão Diferenciada (Equação 1), foram calculados os custos arcados pelo Poder Público. Para tal, foi necessário definir os custos componentes.

Para se quantificar os gastos gerados pela Gestão Corretiva referentes aos itens **CRem**, **CCor** e **CAter** (Equação 2) foram utilizados dados referentes à licença concedida à empresa responsável pela coleta, correção e destinação final dos RCC, Verde Serviços Ambientais Ltda, pela Prefeitura de Conceição do Almeida em 10 de maio de 2017 com vigência até 09 de maio de 2018 (CONCEIÇÃO DO ALMEIDA, 2017). Assim, os três componentes serão agrupados em um único valor, chamado **CTer** (Custo do valor pago à empresa terceirizada). Aplicou-se esse método devido à atualidade dos fatos e a precisão dos dados, pois os valores são do município estudado.

Para se estimar os custos relacionados ao item **CAgr** (Eq, 2), foi necessário, a priori, calcular a quantidade de agregados que a Prefeitura do município adquiriu ao longo do ano. Para isto, foram analisadas as licitações de tomada de preço concedidas pela Prefeitura no ano de 2017 (CONCEIÇÃO DO ALMEIDA, 2017).

Apartir das licitações, foi possível quantificar o uso de agregados pela Prefeitura, pois nos documentos dos editais se encontram a quantidade de matéria utilizada em cada processo da obra. Logo, o consumo aproximado de agregados utilizados foi de 2.100 m³/ano. Considerando que a densidade média do agregado é 1.500 kg/m³, a massa total de agregados utilizados pela Prefeitura foi de 3.150.000 kg/ano ou 262.500 kg/mês.

Segundo a ANEPAC (Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção, 2015), o valor líquido de venda do agregado é de R\$ 0,037/kg. Logo, para se calcular o item **CAgr** foi utilizada a Equação 5.

$$CA = PA * \frac{VA}{12} \quad (5)$$

Onde:

CA = Custo mensal na aquisição de agregados;

PA = Peso total de agregados ao ano;

VA = Valor líquido do agregado por kg.

Gestão diferenciada: estimativas

Os parâmetros necessários para esta etapa foram anteriormente apresentados na Equação 3. Para determinar a quantidade de resíduos em densos e leves, a saber os itens **CRRD** e **CRRL** (Equação3), foram adotados os valores encontrados por Ribeiro (2013): no município de Torres 95,67% da massa total de RCC são resíduos densos e 4,33%, são resíduos leves.

Como no projeto proposto por Santana (2018), há apenas um PEV Central onde deverá ocorrer o armazenamento, triagem, reciclagem e destinação dos dejetos finais, o custo para os **CRA** e **CGes** foram contabilizados juntos, visto que os dois se assemelham nesse caso. Para estabelecer os custos gerados na Gestão do PEV (**CRA+CGes**) foram calculados inicialmente os gastos relacionados à mão de obra. A partir de análises de usinas que já operam, foi definido uma equipe composta por um operador de veículos, um operador de máquinas e dois operários, além disso para o bom funcionamento do PEV deve se haver um administrador e um vigilante. Os salários foram baseados na média salarial brasileira para tais funções, de acordo com Brasil (2019) e o seu somatório foi de R\$ 10.994,99. Também devem ser considerados gastos com a administração do PEV, como telefone, água, energia, dentre outros, para tais gastos, foi estimado um valor mensal de R\$ 500,00.

No item **CAter**, a parcela de RCC descartada para o aterro é semelhante aos resíduos leves, os que não são passíveis de reciclagem, calculados no item **CRRL**. Rosado e Penteado (2018) definiram o custo para o aterramento de resíduos, que é R\$ 12,00/ton.

Para os custos variáveis relacionados ao item **CRec**, foram considerados o uso da energia, água, manutenção e combustível para

a operação das máquinas e veículos. As variáveis foram calculadas a partir de parâmetros obtidos por Jadovski (2005). Para o cálculo do custo da água, foi utilizada a Equação 6:

$$C_{\text{Água}} = 0,08 * C_{\text{Prod}} * Pr \quad (6)$$

Onde:

$C_{\text{Água}}$ = Custo da água, para o tempo de operação

C_{Prod} = Capacidade de operação da usina de reciclagem, definida no valor de 1,5 ton/h;

Pr = Preço fornecido pela concessionária de água, por m³ de água consumida.

Para o cálculo da energia consumida com as máquinas, foram utilizados dados referentes aos equipamentos utilizados na usina de reciclagem, conforme mostra a Tabela 1. Como o valor de energia consumida na reciclagem de 20 toneladas de resíduos será 193,29 kWh, o consumo de energia da usina será 9,66 kWh/ton.

Tabela 8 - Energia consumida em kWh/ton de agregado produzido.

Equipamento (capacidade de 20 ton/h)	Energia consumida (kWh)
Britador de mandíbulas	190,35
Alimentador vibratório	2,94
Total	193,29

Fonte: Jadovski (2005).

A quantidade de combustível utilizado para o funcionamento do veículo presente na usina, para os procedimentos internos, foi baseada a partir da quantidade de quilômetros rodados. Segundo Jadovski (2005), para usinas com capacidade de até 25 ton/h, a média de quilômetros rodados é de 1.000 km.

Os preços relacionados a água e a energia foram coletados a partir de tarifas referentes ao ano de 2019 das empresas responsáveis pelos seus fornecimentos, e o preço do combustível foi adotado a partir de uma média de custo do ano de 2018. Na Tabela 2, encontram-se os preços referentes a estas variáveis.

Tabela 2 - Preços das variáveis.

Variável	Preço (R\$)
Água	3,17/m ³
Energia	0,44/kW
Combustível	3,70/L

Fonte: Autoria própria (2020).

O custo relacionado à manutenção foi calculado baseado na necessidade de troca de peças de desgaste do equipamento de britagem utilizado para reciclagem dos resíduos. A partir dos parâmetros de Jadovski (2005) e dos preços atuais das variáveis fornecidos pelas concessionárias, foi possível encontrar os custos de cada variável. Os valores obtidos estão presentes na Tabela 3.

Tabela 3 - Custos variáveis relacionados ao item CRec.

Variável	R\$/ton
Água	0,38
Energia	4,25
Combustível	6,54
Manutenção	0,15
Total	11,32

Fonte: Autoria própria (2020).

Resultados e discussões

Quantidade de RCC

Para se calcular a média mensal de RCC gerado em Conceição do Almeida, foi utilizada a média fornecida por Fernandez (2012) e o

número de habitantes do município. O valor encontrado foi de 194 ton/mês de RCC gerados no município.

Gestão corretiva: custos

De acordo com o Contrato de Prestação de Serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos, o custo mensal da remoção, correção e do aterramento dos resíduos ($CTer = Crem + CCor + CAter$, Equação 2) é de R\$ 154,38 por tonelada de RCC. Considerando a geração de 190 ton/mês de RCC, apontada no contrato da empresa, o custo mensal da Prefeitura, quanto à remuneração da empresa terceirizada, é de R\$ 29.332,20. Os valores encontrados referentes aos gastos da Gestão Corretiva apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Estimativa dos gastos da Gestão Corretiva em Conceição do Almeida/BA.

Parâmetros da Equação	Custo
Custo Remoção/ Custo Mensal Correção/ Custo Mensal aterramento	R\$ 29.332,20
Custo Mensal Agregados	R\$ 9.712,50
Despesas totais com correção	R\$ 39.044,70

Fonte: Autoria própria (2020).

Gestão diferenciada: custos

Para se calcular as massas de resíduos densos e leves, foi aplicada a proporção encontrada por Ribeiro (2013). Como a massa total de RCC gerado foi de 194,24 ton/mês, a geração dos resíduos densos encontrada foi de 185,83 ton/mês e a de resíduos leves foi 8,17 ton/mês. Porém, para o presente projeto de Gestão não haverá custo relacionado com a remoção de tais resíduos, visto que o intuito da Gestão Diferenciada é incentivar a população a descartar os resíduos no PEV, que nesse caso é um local para armazenamento e reciclagem dos RCC.

O gasto mensal relacionado à rede de atração e a Gestão foi de R\$ 11.494,99, sendo composto por R\$ 10.994,99 referente aos salários dos funcionários contidos apresentados no capítulo da metodologia e R\$ 500,00 dos gastos com a administração do local.

O custo mensal de aterramento foi relacionado à parcela de RCC para a qual a usina não possui tecnologia suficiente para a reciclagem, visto que o equipamento proposto no projeto não atende a todos os tipos de RCC. Dessa forma, considera-se que a parcela leve dos resíduos (plásticos, vidros, dentre outros) será descartada e, portanto, aterrada. Como a quantidade de resíduos leves descartados no município é de 8,17 ton/mês e o custo com o aterramento de resíduos é de R\$ 12,00/ton, o custo mensal para o aterramento é de R\$ 98,04.

Os custos variáveis da reciclagem por tonelada de RCC foram retirados da Tabela 3; além dos custos variáveis, também foi acrescentado o valor de R\$ 500,00 ao mês, relacionado a custos como lubrificação do veículo e possíveis emergências para o cálculo mensal da reciclagem. Logo, como a geração de resíduos passíveis de reciclagem do município é referente apenas aos resíduos densos, 185,83 ton/mês, o custo mensal total relacionado a reciclagem será de R\$ 2.603,59.

Porém, para a realização de suas obras, há uma demanda maior de agregados pela Prefeitura. Assim, além dos reciclados, foi adicionado aos gastos da Gestão Diferenciada o custo relacionado à diferença de agregados que a usina não possui matéria-prima para produzir. Como a produção estimada da usina foi de 185,83 ton/mês e o consumo de agregados pela Prefeitura foi de 262,50 ton/mês, a diferença de agregados será de 48,67 ton/mês. Logo, como o valor do agregado, já citado anteriormente, é R\$ 0,037/kg, o custo da aquisição dos novos agregados será de R\$ 1.800,79/

mês. A Tabela 5 apresenta os custos obtidos de cada parâmetro da Gestão Diferenciada.

Tabela 5 – Estimativas dos gastos com a Gestão Diferenciada em Conceição do Almeida/BA.

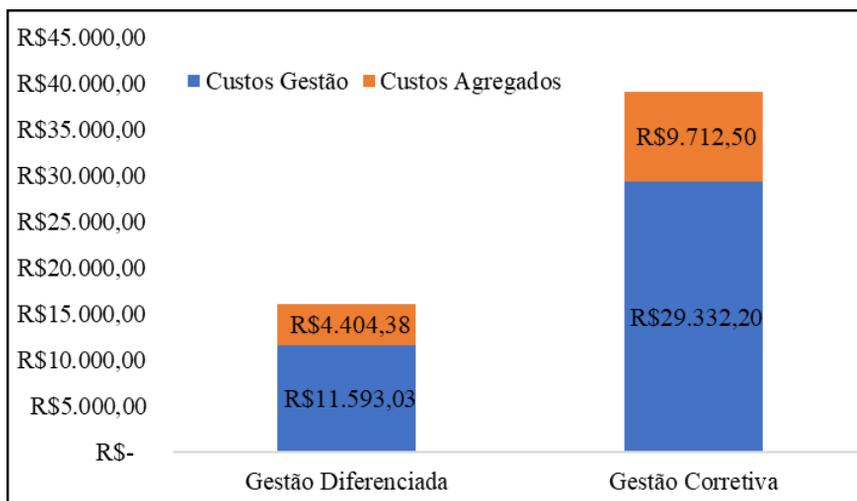
Parâmetros da Equação	Custo
Custo Remoção Resíduos Densos/Custo Remoção Resíduos Leves	R\$ 00,00
Custo Mensal Rede Atração/ Custo Mensal Gestão	R\$ 11.494,99
Custo Mensal Aterramento	R\$ 98,04
Custo Mensal Reciclagem	R\$ 2.603,59
Despesas totais com a gestão	R\$ 15.997,97

Fonte: Autoria própria (2020).

Comparação entre custos

No Gráfico 1, foram comparados os valores obtidos para cada Gestão. Apesar de não terem sido considerados dois pontos importantes na Gestão Diferenciada, relativos ao aluguel do terreno e a correção de possíveis áreas de descarte incorreto dos resíduos, a aplicação dessa Gestão se mostrou viável economicamente, visto que o valor total da Gestão Corretiva foi aproximadamente duas vezes e meia maior do que o estimado para a Gestão Diferenciada. Além dos valores contabilizados, os gastos indiretos evitados com saneamento básico e saúde pública também não foram mensurados, o que implicaria em maior ganho ambiental e social da GD.

Gráfico 1 - Comparação entre os custos mensais relativos às diferentes gestões de RCC.



Fonte: Autoria própria (2020).

Portanto, por meio da Equação de Sustentação da Gestão Diferenciada (Equação 1), foi possível observar que a GD também se mostrou sustentável, visto que o valor encontrado para a GC foi maior que a GD, resultando em um valor positivo. Logo, a partir da aplicação da nova Gestão no município, seria possível uma economia mensal de R\$ 23.047,29 pela Prefeitura de Conceição do Almeida.

Conclusão

A partir dos resultados obtidos, foi possível concluir a importância ambiental, no que tange à diminuição da extração de matérias-primas para a produção de agregado, e a viabilidade econômica da implantação do PMGRCC no município, com base na GD. Em termos monetários, mesmo que o município tenha gastos iniciais para a implantação do PEV Central, é racional estimar que em curto prazo a GD diminuiria os custos do Poder Público com a

coleta de RCC e com a eventual limpeza das áreas degradadas pela destinação inadequada destes resíduos.

Apesar da disparidade nos valores encontrados dos custos da Gestão Corretiva e da Gestão Diferenciada, essa diferença poderia ser ainda maior, caso a usina de reciclagem fosse operada em toda a sua capacidade (com os dados aqui propostos, a utilização é menor do que 10% da capacidade total). Como não é possível – nem interessante – que se aumente a geração de RCC no município, uma alternativa para a otimização da usina é que sejam realizados consórcios com municípios vizinhos.

As parcerias realizadas entre os municípios podem ser através da mobilidade da usina, visto que ela tem capacidade de se locomover por grandes distâncias, ficando uma parcela de tempo em cada município ou através do encaminhamento dos RCC produzidos nos municípios participantes do consórcio para Conceição do Almeida, otimizando, dessa forma, a capacidade de reciclagem da usina e a infraestrutura disposta pelo PEV Central. Além disso, esta atividade produtiva também poderia ser mais atrativa, por parte do setor privado, caso o Poder Público incentivasse o consumo de agregados reciclados. Daí, surge uma demanda de estudos futuros acerca da obtenção de lucro por meio da reciclagem dos RCC e a viabilidade da implantação de uma usina de reciclagem pela iniciativa privada.

Referências

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2012**. Brasil: Castagnari Consultoria, 2012.

BRASIL, Trabalha. **Média salarial**. 2019. Disponível em: <<https://www.trabalhabrasil.com.br/media-salarial-para-vigilante>>. Acesso em: 23 jan. 2019.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução N° 307** de 5 de julho de 2002.

CONCEIÇÃO DO ALMEIDA. Prefeitura Municipal de Conceição do Almeida. **Termo de Julgamento e Adjudicação do Pregão Presencial nº. 015/2017**. 2017. Disponível em: <<http://www.conceicaodoalmeida.ba.gov.br/diarioOficial/download/199/1310/0>>. Acesso em: 27 jan. 2019.

CONCEIÇÃO DO ALMEIDA. Prefeitura Municipal de Conceição do Almeida. **Diário Oficial do Município**. 2017. Disponível em: <<http://conceicaodoalmeida.ba.gov.br/diarioOficial/download/199/1314/>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

FURLAN (org.). **Plantas de Britagem**. Disponível em: <https://furlan.com.br/plantas-de-britagem.php>. Acesso em: 21 dez. 2018.

IBGE. **Pesquisa anual da indústria da construção**. Rio de Janeiro: Departamento de Indústria, 2016. Color.

JADOVSKI, I. **Diretrizes técnicas e econômicas para usinas de reciclagem de resíduos de construção e demolição**. 2005. 180 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

MIRANDA, L. F. R.; TORRES, L.; VOGT, V.; BROCARD, F. L. M.; BARTOLI, H. **Panorama atual do setor de reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

MORALES, G.; SIMIONATO, L. R.; CAMARGO, R. V. **Benefícios Ambientais da Coleta dos Resíduos da Construção Civil de Pequenos Geradores do Município de Londrina**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2, 2011, Londrina. **Anais...** Londrina: Ibeas, 2011. p. 1 - 10. Período/Revista Científica

PINTO, T. P. **Metodologia para a Gestão Diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 2018 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

RIBEIRO, G. C. **Avaliação do Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) no Município de Torres, Rio Grande do Sul.** 2013. 100 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

ROSADO, L. P.; PENTEADO, C. S. G. **Uso de metodologia participativa na elaboração de Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil.** *Revista Dae*, [s.l.], v. 66, n. 211, p.20-34, 2018. Editora Cubo Multimídia.

SANTANA, I. C. **Proposta de modelo de gestão de resíduos de construção civil para o Município de Conceição do Almeida - BA.** 2018. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2018.

SINDUSCON (São Paulo) (Org.). **Resíduos da Construção Civil e o estado de São Paulo.** São Paulo: Marcio Duarte, 2012. 85 p.

Análise financeira em uma empresa familiar de hidroponia

*Marisa Soares da C. Santos
Gilmar Emanuel Oliveira*

Introdução

Estudar sobre negócios é muito importante, tanto antes quanto depois de abrir uma empresa, pois além de ganhar confiança e olhar crítico sobre o empreendimento, o estudo é essencial para a carreira possibilitando a análise e soluções de problemas e identificação de metas, organização e formas de operação da empresa.

Em virtude da importância de analisar a situação em que as empresas se encontram economicamente, este trabalho possui caráter científico e social, pois partiu da necessidade de ajudar uma empresa familiar de produtos hidropônicos, que já possui estabilidade no mercado, a implementar técnicas de gerenciamento de negócios e controle financeiro.

O termo “agricultura familiar” foi citado em 1993 para tratar do “vasto conjunto de pequenos produtores rurais” que não eram enquadrados no âmbito do agronegócio brasileiro (NAVARRO e PEDROSO, 2014) e foi incorporando sentido concreto, virando sinônimo de pequenas produções rurais e a partir desse marco, foram lançadas várias políticas públicas em benefício dos mesmos.

Em 2006, foi realizado o censo agrário, o primeiro do século XXI, que apresentou dados que demonstram a importância deste setor na economia do país e em especial, da região Nordeste. Porém, em contrapartida apenas 6,8% dos produtores conseguem manter um bom padrão de vida por conta da grande desigualdade na divisão territorial (GUANZIROLI et al, 2014).

Após demonstrar o quão relevante é a agricultura familiar para o Nordeste do Brasil, e como a desigualdade influencia diretamente na vida dos pequenos produtores rurais, podemos salientar a importância da academia em buscar dar auxílio científico para esse tipo de estabelecimentos que fazem a economia do país circular.

Neste trabalho, será abordado temas de gerenciamento e planejamento de negócios com base de dados reais de uma empresa familiar da Cidade de Cruz das Almas, situada no Recôncavo da Bahia com o objetivo de fazer a análise financeira da empresa em estudo.

Sistema de cultivo por meio de hidroponia

No Brasil, a hidroponia começou a ser implementada inicialmente nas regiões verde de São Paulo, Belo Horizonte, Porto Alegre e Rio de Janeiro, porém Martinez e Silva Filho (2006) garantem que em todos os estados brasileiros alguma das técnicas hidropônicas tem sido utilizada, principalmente, no cultivo de tomate e alface, seguidos de pepino e abobrinha.

O produtor agrícola que optar pelo cultivo hidropônico, precisa conhecer os procedimentos básicos para montagens de cada um dos sistemas de produção, caracterização da construção das estufas e as necessidades requeridas para a implementação destas, controle adequado de nutrição e manifestação de pragas.

As vantagens deste tipo de sistema de cultivo são apresentadas por Silva e Melo (2017) que garantem a produção de melhor qualidade; trabalho mais leve e limpo; não é necessária rotação de cultura; alta produtividade e colheita precoce; redução no uso de agrotóxicos; redução no desperdício; aceitação do produto no mercado devido a boa aparência e maior tempo de prateleira.

Apesar das muitas vantagens, Silva e Melo (2017) também falam sobre as desvantagens que são relacionadas à custos iniciais elevados; exigência de rotinas regulares e periódicas de trabalho; balanço inadequado da solução nutritiva e a sua posterior utilização

que podem causar sérios problemas às plantas e emprego de inseticidas e fungicidas.

Sistemas de Produção

Martinez e Silva Filho (2006) evidencia sete técnicas distintas que podem ser adotadas no cultivo hidropônico, respeitando as exigências nutricionais de cada variedade a ser cultivada e adequação à cada área de produção disponível. São elas:

- ✓ Cultivo em água;
- ✓ Fluxo laminar de nutrientes (NTF - *Nutrition Film Technique*);
- ✓ Cultivo em cascalho ou argila expandida;
- ✓ Cultivo em areia;
- ✓ Cultivo em lã mineral;
- ✓ Sistema de fluxo e refluxo, adequando a produção dentro das vantagens e desvantagens que cada uma destas apresenta;
- ✓ Floating (DFT- *Deep Film Technique*).

Estufas - Segundo Martinez e Silva Filho (2006), as estufas possuem a ação de proteger as plantas de agentes meteorológicos externos, e antes de fazer a implementação do projeto, é preciso considerar algumas observações, tais quais: sentido dos ventos; se possível, instalar em terreno plano ou com ligeira inclinação; evitar locais de sombreamento parcial ou total e disponibilidade de água no local.

Agricultura familiar no Brasil

Para Reis (2010), a lógica da produção familiar é conceituada por meio da diversidade de atividades vegetais, animais, de transformação primária e de prestação de serviços, em pequenas escalas, caracterizando o sistema produtivo como a combinação no tempo e no espaço, da exploração intensiva dos recursos disponíveis no estabelecimento rural de uma família.

Ao longo dos séculos, a influência do setor agropecuário foi reduzindo aos poucos, devido ao desenvolvimento tecnológico tanto nas áreas rurais quanto nos setores produtivos da economia, porém, em 1993, o termo “agricultura familiar”, foi mencionado e gradualmente incorporou um sentido concreto e bem definido ao conjunto de pequenos produtores rurais (NAVARRO e PEDROSO, 2014).

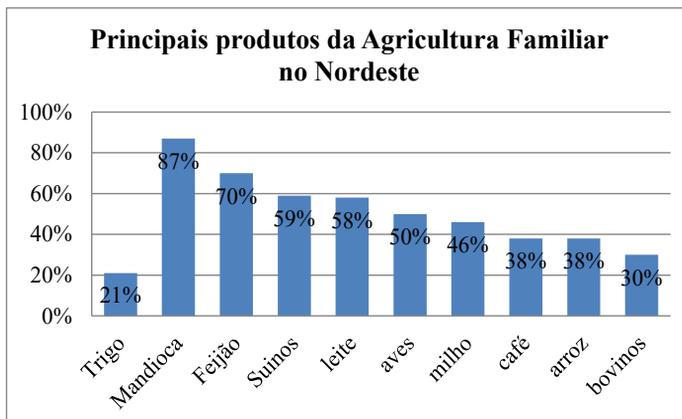
Logo, após a definição correta do termo, o caráter de importância socioeconômica da agricultura familiar, começou a mudar, por meio de criação de conselhos de Desenvolvimento Rural em todo âmbito nacional pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário, órgão governamental responsável pela reforma agrária, fortalecimento da agricultura familiar e desenvolvimento rural (REIS, 2008).

Para o maior fortalecimento e ascensão desse setor econômico, em 1996 foram lançados programas de fortalecimento da agricultura familiar e o meio acadêmico começou a dar suporte com a realização de pesquisas nas múltiplas dimensões em que o setor está inserido e, além disso, muitas políticas públicas foram instituídas (PAULA et al, 2017).

Consolidada no contexto econômico e social do Brasil, a agricultura familiar, é atualmente a forma de produção que predomina o meio rural brasileiro, agregando famílias, propriedades agrícolas, trabalho na terra, ao mesmo tempo em que se cultuam valores e tradições, confirmando uma grande diversidade econômica, social e cultural que dinamiza os processos sociais rurais (MATTEI, 2014).

O Censo Agropecuário de 2006 identificou 4.367.902 estabelecimentos de agricultores familiares, o que representa 84,4% dos estabelecimentos brasileiros, ocupando uma área de 80,25 milhões de hectares, ou seja, 24,3% da área ocupada pelos estabelecimentos agropecuários brasileiros com predomínio de cultivares predominantes, de acordo a Figura 01 (IBGE, 2017).

Figura 1 - Predominância na Agricultura Familiar Nacional.



Fonte: Adaptado de IBGE (2017).

No Nordeste, o agronegócio se destaca por conter metade do total dos estabelecimentos familiares (2.187.295) que ocupam 35% da área total de estabelecimentos agropecuários, de modo que no Recôncavo da Bahia este setor produtivo é muito forte na economia, destacado nas cidades de Maragogipe (95,8%), São Felipe (92,9%), Cruz das Almas (92,8%), e São Félix (90,8%) (IBGE, 2017).

Estes dados demonstram a importância da agricultura familiar, que muito embora, mesmo com o alto índice de agricultores, a maioria das áreas ocupadas não chega a 10 hectares e apenas 6,8% dos produtores, auferem renda líquida monetária compatível com um bom padrão de vida, o restante continua incapaz de gerar renda suficiente para justificar a permanência do produtor na atividade (GUANZIROLI et al, 2014).

Em análise da grande dimensão de desigualdade em virtude da divisão de terras, citadas no parágrafo acima, a hidroponia surge como uma ótima alternativa para suprimir a falta de extensão territorial que um cultivo em condições normais exigiria, possibilitando ao pequeno agricultor a viabilidade em produzir mais, em um espaço reduzido.

Materiais e métodos

A metodologia empregada neste trabalho consiste com o estudo de caso, um método abrangente, caracterizado pelo conhecimento detalhado do ambiente a ser pesquisado e que permite atingir um ou mais objetivos profundamente. O estudo de caso é indicado em casos de investigações sobre determinado tema, ou quando o objeto de estudo é conhecido suficientemente para ser enquadrado em um determinado tipo ideal (SOUZA; SANTOS e DIAS, 2013, p. 68).

A pesquisa foi conduzida inicialmente por meio de entrevistas semiestruturadas, para levantamento de informações e elaboração do Plano de Negócio adaptado ao caso específico em estudo. As reuniões permitiram o acesso às informações específicas sobre a situação financeira da empresa, pela disponibilização de registros físicos do setor financeiro.

Plano de negócio

Segundo Oliveira (2012, p.1), “o planejamento de um negócio pode ser definido como o desenvolvimento de processos e técnicas administrativas que proporcionam o estabelecimento do estado futuro desejado, delineando meios efetivos para torná-lo real e viabilizando as avaliações destas implicações futuras”.

Para a construção de um plano de negócios, é preciso realizar uma definição básica da empresa e do que será o principal produto fornecido aos clientes; análise do mercado em que concorre; plano de marketing para garantir a divulgação e o plano operacional.

No plano operacional, o empreendedor irá definir a capacidade instalada e a capacidade produtiva, por meio da elaboração do Layout, que permite o aumento da produtividade; diminuição do desperdício e do retrabalho; maior facilidade na localização dos produtos pelos clientes na área de vendas e melhoria de comunicação entre os setores.

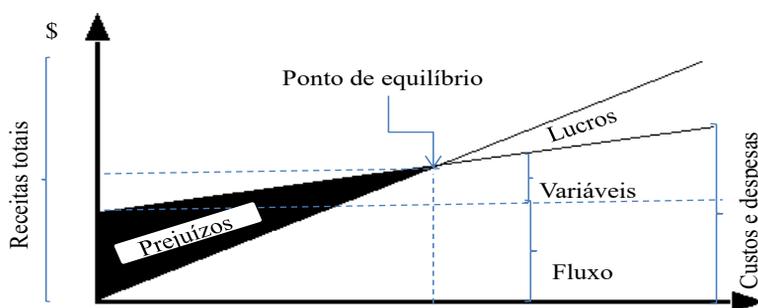
O plano financeiro precede o plano operacional e nesta etapa,

o empreendedor determina o investimento total que será necessário para a empresa entrar em operação por meio da identificação dos investimentos fixos, necessidade de capital de giro e investimentos pré-operacionais.

Para manter o controle do projeto e poder embasar a tomada de decisão a respeito da redução de riscos ou até mesmo, busca de solução para problemas encontrados, alguns indicadores de viabilidade são comumente usados para comparar e decidir resultados. Neste trabalho, usamos o ponto de equilíbrio, lucratividade, rentabilidade e fluxo de caixa.

Ponto de equilíbrio (PE) é considerado como o ponto de igualdade entre a receita total e o custo total. Segundo Bezerra (2015), esse indicador pode fornecer informações de grande precisão sobre o valor das vendas, pelo qual a empresa começa a gerar lucro, qual planejamento e qual estratégia será adotada para o controle dos gastos e a busca do lucro. A Figura 2 representa graficamente o PE.

Figura 2 - Ponto de Equilíbrio.



Fonte: Adaptado de Negrão (2015).

$$\text{Ponto de Equilíbrio} = \frac{\text{Custo fixo total}}{\text{Índice de margem de contribuição}} \quad (1)$$

$$\text{Índice de margem de contribuição} = \frac{\text{Receita Total} - \text{Custo variável total}}{\text{Receita Total}} \quad (2)$$

Lucratividade é um dos principais indicadores de análise de viabilidade, pois mede o lucro líquido em relação as vendas, relacionando-se com a competitividade da empresa. É medida em unidade temporal (mês ou ano), em porcentagem (ROSA, 2013).

$$\text{Lucratividade} = \frac{\text{Lucro líquido}}{\text{Receita total}} \times 100 \quad (3)$$

Rentabilidade descreve a rentabilidade como um indicador de atratividade dos negócios que mede o retorno do capital que foi investido no empreendimento. Medida em forma de percentual por unidade de tempo (semana, mês ou ano) e deve ser comparada com os índices praticados no mercado financeiro (ROSA, 2013).

$$\text{Rentabilidade} = \frac{\text{lucro líquido}}{\text{investimento total}} \times 100 \quad (4)$$

Fluxo de caixa é um instrumento de planejamento financeiro, que tem por objetivo fornecer estimativas da situação de caixa da empresa em determinado período. Segundo Neto (2009) é uma ferramenta prática de simples elaboração e compreensão que comprova as operações financeiras que serão conseguidas pela empresa.

Neste estudo de caso, os registros de caixa não possuíam bases consolidadas para alguns clientes (feiras-livre, mercadinhos e açougue), por este motivo, para estimar os valores de receitas foram calculados pelas médias de valores informados pelos próprios empresários.

No caso dos clientes de maior porte, foi possível a análise de alguns registros de receitas apresentados em canhotos, porém, estes

não traziam históricos consolidados mês a mês. Dessa forma, foi necessário o uso da média móvel simples com base nos seis últimos meses de registro, obtendo dois resultados distintos para análise de fluxo de caixa e previsão de demanda.

A média móvel simples é aplicada em casos de demandas que não apresentem tendência ou sazonalidade, geralmente usada em produtos em sua fase de maturidade, independente do gênero, consistindo na média aritmética dos últimos períodos da demanda observada (PEINADO e GRAEML, 2007).

A média móvel simples é facilmente calculada pela equação.

$$P_j = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} \quad (5)$$

Onde, i = número de ordem de cada período mais recente

n = número de períodos utilizados para apurar a média móvel

D_i = demanda ocorrida no período i

P_j = previsão de demanda para o período j

Os dados obtidos foram organizados em planilhas eletrônicas que apresentam o demonstrativo de fluxo de caixa projetado até agosto de 2018, baseado no histórico de vendas. Gráficos foram elaborados, apresentados e trazem à tona as análises por meio dos indicadores financeiros em seguida foram calculados os índices de viabilidade econômica.

Resultados e discussões

Resumo executivo

A empresa que foi analisada, é produtora de hortaliças hidropônicas, e está situada em uma zona de área rural, denominada Sapucaia, no município de Cruz das Almas, Recôncavo Baiano. A área de produção da empresa é composta por 5 estufas, também

chamadas de “casa de vegetação” e um Berçário, utilizado para o crescimento inicial das mudas.

O Berçário é uma estufa constituída de uma bancada onde as sementes recebem solução nutritiva até o crescimento, suficiente para serem levadas às canalizações de pequenos diâmetros e próximos entre si. São mantidas durante a fase de desenvolvimento inicial e em seguida são levadas para a área de produção. A Figura 3 mostra a composição do Berçário.

Para implementação e ampliação da empresa, foi investido um capital de aproximadamente R\$ 40.000,00 por meio de capital próprio e empréstimos, como faturamento mensal girando em torno de R\$ 5.500,00 a R\$ 5.800,00. Os indicadores de viabilidade do negócio podem ser conferidos na Tabela 1, por meio de projeção de fluxo de caixa e cálculo de lucratividade, rentabilidade de ponto de equilíbrio.

Figura 3 - Berçário para germinação e desenvolvimento inicial de sementes.



Fonte: Autoria própria (2017).

Tabela 1 - Resumo Executivo.

Mês	Receita Total	Lucratividade	Rentabilidade	PE
set/17	R\$ 5.695,90	19%	3%	R\$ 4.668,94
out/17	R\$ 5.668,29	19%	3%	R\$ 4.667,14
nov/17	R\$ 5.737,00	20%	3%	R\$ 4.663,85
dez/17	R\$ 5.610,28	20%	3%	R\$ 4.624,57
jan/18	R\$ 5.768,49	19%	3%	R\$ 4.600,70
fev/18	R\$ 5.663,51	-20%	-3%	R\$ 7.182,88
mar/18	R\$ 5.708,16	-2%	0%	R\$ 6.084,41
abr/18	R\$ 5.706,41	28%	4%	R\$ 4.080,95
mai/18	R\$ 5.691,65	34%	5%	R\$ 3.626,78
jun/18	R\$ 5.685,63	34%	5%	R\$ 3.627,38
jul/18	R\$ 5.708,53	34%	5%	R\$ 3.628,48
ago/18	R\$ 5.695,29	34%	5%	R\$ 3.627,85

Fonte: Autoria própria (2017).

Análise de mercado

O mercado de hortaliças é bem concorrido na cidade em estudo, porém, os clientes buscam por qualidade e preço baixo, o que a empresa pode oferecer com folga, devido às vantagens de produção que possuem em relação aos outros produtores da região.

Além de feiras-livre, a empresa pode revender para açougues e supermercados que desejam revender os produtos de horticultura, e além disso, lanchonetes que buscam as hortaliças para incrementar na venda de lanches.

Na região, a empresa não possui concorrentes que se igualem ao mesmo nível de produção, porém as dificuldades encontradas são em relação a falta de fornecedores imediatistas na região de modo que, é preciso estar sempre controlando o estoque de sementes para que não falte. Na Tabela 2, estão descritos os principais produtos e os respectivos valores de unidades para venda.

Tabela 2 - Descrição dos principais produtos.

Descrição	Valor
alface	R\$ 2,00
agrião	R\$ 3,00
coentro	R\$ 1,50
cebolinha	R\$ 1,50
salsa	R\$ 1,50
colve	R\$ 1,50
ortelã	R\$ 1,50

Fonte: Autoria própria (2017).

Plano de marketing

A estratégia de Marketing da empresa em estudo, consta com uma bancada demonstrativa da forma de cultivo adotado para o sistema hidropônico que eles levam para as feiras-livre e eventos econômicos que eles participam e, além disso, possuem um cartaz com o nome e endereço do empreendimento que é anexado junto à bancada demonstrativa.

Plano Operacional

O método de produção usado pelo grupo familiar é o NFT, onde a solução nutritiva circula dentro dos canais (tubulação de PVC rígido, $d=50\text{mm}$ para coentro e $d=75\text{mm}$ para alface), perfurados no espaço desejado, com uma variação de 2-4% de declive, dentro de um sistema fechado de fluxo de água e nutrientes.

Todas as estufas, inclusive o Berçário, possuem a estrutura em forma de arco revestida por telas, por facilitar a construção, reduzir os custos de manutenção, maior aproveitamento de raios solares e melhor fixação do plástico para revestimento.

Após o estudo do *Layout* produtivo foi possível estimar a capacidade produtiva que pode ser conferida na Tabela 3.

Tabela 3 - Capacidade instalada.

Estufa	Capacidade Instalada (unidades de venda)
1	1648 alface
2	1020 alface
3	864 alface e 680 coentro
4	1593 coentro
5	50 agrião e 24 ortelã

Fonte: Autoria própria (2017).

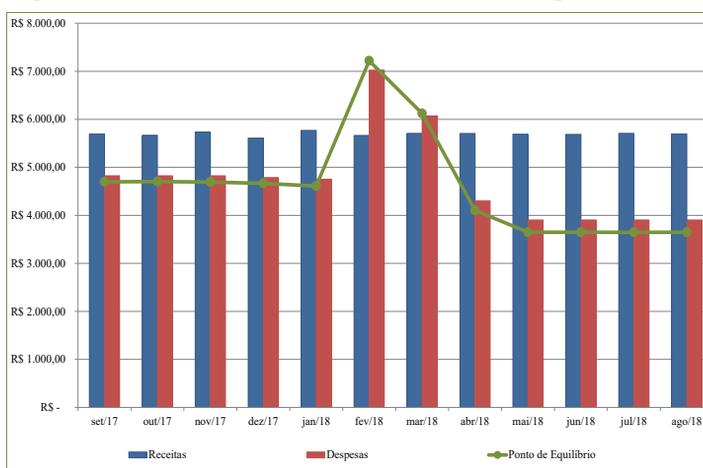
Plano financeiro

Os registros dos dados financeiros foram organizados em planilhas e geraram dados suficientes para a análise de viabilidade financeira da empresa por meio da previsão de demanda.

Previsão do fluxo de caixa

A Figura 4 representa a previsão do fluxo de caixa até agosto de 2018, considerando que as receitas e as despesas irão manter uma linearidade ao longo do ano, desconsiderando as oscilações do mercado e a situação financeira do país.

Figura 4 – Fluxo de Caixa de setembro de 2017 a agosto de 2018.



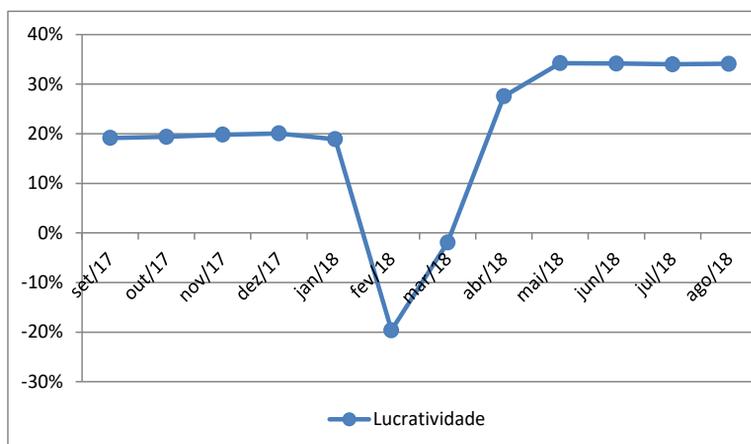
Fonte: Autoria própria (2017).

As receitas e as despesas, seguem lineares até janeiro de 2018, porém os meses subsequentes, fevereiro e março, representam um momento crítico na empresa, devido às contas de licenciamento de veículos e a primeira parcela do financiamento realizado junto a um banco governamental. Neste mesmo período, o fluxo de caixa apresenta despesas maiores que as receitas, de modo que para atingir o ponto de equilíbrio precisarão aumentar as vendas, em aproximadamente, 19,65% só no mês de fevereiro, por exemplo.

Previsão de lucratividade

A Figura 5 representa a previsão de lucratividade, em percentual, para o mesmo período compreendido entre setembro de 2017 a agosto de 2018. A linearidade nos lucros até o mês de janeiro de 2018 gira em torno de 19% a 20%. Em fevereiro de 2018 haverá uma queda de cerca de 20%, em março em torno de 2%. A partir do mês de abril até agosto volta a ser linear, porém com previsão de lucros variando entre 28% e 34%.

Figura 5 - Previsão de Lucratividade entre setembro de 2017 a agosto de 2018.

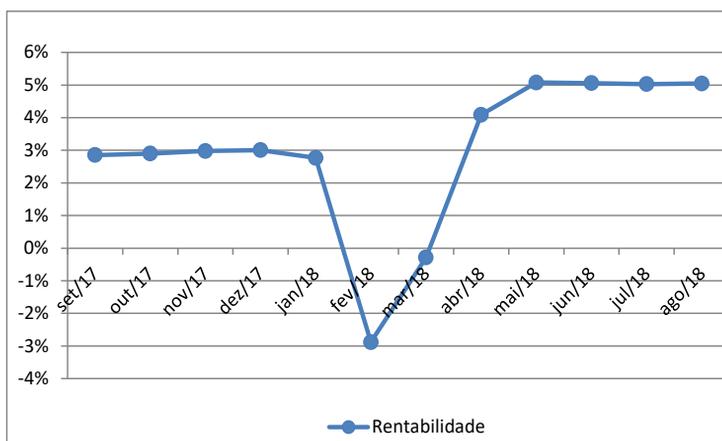


Fonte: Autoria própria (2017).

Previsão de rentabilidade

A Figura 6 representa as taxas de rentabilidade da empresa, considerando o lucro líquido mensal e o valor de aproximadamente R\$ 40.000,00 que foi investido na implementação e ampliação do empreendimento.

Figura 6 - Previsão de Rentabilidade.



Fonte: Autoria própria (2017).

Como nos casos anteriores, a Rentabilidade também apresenta valor negativo nos meses de fevereiro e março, pelos mesmos motivos já apresentados.

Conclusão

Com base nos resultados, podemos concluir que a empresa em estudo, possui uma capacidade instalada capaz de produzir até 3.532 pés de alface e 2.273 molhos de coentro. Realizando as vendas com os valores praticados pelo mercado atualmente, pode-se atingir uma receita aproximada de R\$ 7.000,00 com as alfaces e de até R\$ 3.400,00 com os coentros.

Apesar da possibilidade da projeção de receitas com base na capacidade instalada, neste trabalho não foi possível mensurar a capacidade produtiva da empresa, devido à dependência de diversos fatores de análise (tempo de germinação, tempo de maturação e rotatividade de bancadas) e à falta de tempo hábil à realização deste trabalho, apresentando neste tópico a necessidade da continuidade do projeto de acompanhamento financeiro e produtivo da empresa.

A viabilidade financeira, obtida por meio de previsões baseadas em médias móveis simples para o fluxo de caixa, apresentam índices positivos, tanto para a Lucratividade e a Rentabilidade, garantindo que a empresa seja capaz de manter o padrão de vida da família, característica da Agricultura Familiar.

Em meio às perspectivas para o futuro, um novo projeto pode ser dimensionado seguindo as seguintes sugestões: (1) mensurar a capacidade produtiva; (2) programar a produção e controlar o tempo de produção para cada produto; (3) gerenciar o fluxo de caixa; (4) prever capacidade de ampliação das vendas e (5) implantar os índices de Produtividade e Eficiência da empresa.

Referências

BEZERRA, Washington Lucena; CAROLI, Adhemar A. de. **Análise de custo, volume e lucro**: uma perspectiva de controle gerencial nas micro e pequenas empresas. REDECA-Revista eletrônica do departamento de ciências contábeis e departamento de atuária e métodos quantitativos da FEA, v. 2, nº 1, p.45-64, jan/jun 2015.

GUANZIROLI, Carlos Enrique et al. **Evolução da agricultura familiar nordestina**: uma análise comparativa entre os dois censos agropecuários. Economia Nordeste, Fortaleza, v. 45, n. 4, p. 93-105, 2014.

IBGE. **Censo agropecuário: 2006**: agricultura familiar: primeiros resultados. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=750>. Acesso em: Set. 2017.

MARTINEZ, Hermínia E. Prieto; SILVA FILHO, Jaime B. da. **Introdução ao Cultivo Hidropônico de Plantas**. 3. ed., Viçosa: Editora UFV, 2006.

MATTEI, Lauro. **O Papel e a importância da Agricultura Familiar no Desenvolvimento Rural Brasileiro Contemporâneo**. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 45, suplemento especial, p. 83-91, out./dez. 2014.

NAVARRO, Zander Soares de; PEDROSO, Maria Thereza Macedo. **A Agricultura familiar no Brasil: da Promessa inicial aos impasses do presente**. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 45, p. 6-17, 2014.

NEGRÃO, Leony Luis Lopes. et al. **Análise da viabilidade econômico-financeira do projeto de implantação de uma loja de serviço automotivo**. IN: XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2015, Fortaleza. Anais... Fortaleza, Ed. ABEPRO, 2015

NETO, Alexandre Assaf. **Finanças Corporativas e valor**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2009. 722 p.

OLIVEIRA, Dijalma de Pinho Rebouças de. **Planejamento Estratégico: conceito metodologia e prática**. 30 ed. São Paulo: Atlas, 2012. 337 p.

PAULA, Márcia Maria de; OLIVEIRA, Adriana Leonidas de; SILVA, José Luís Gomes da. **Promoção da Saúde e Produção de Alimentos na Agricultura Familiar**. Revista Interação Interdisciplinar, Centro Universitário de Mineiros, v.01. nº 01, p. 50-67, jan./jul. 2017.

PEINADO, Jurandi e GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviço**. Curitiba: UnicenP, 2007. 750 p.

REIS, Marcos Rogérios dos. **Estratégia Para desenvolvimento local da Agricultura Familiar na região de Guaraniáçu-PR**. MBA Gestão Estratégica: Coletânea de Textos. Cascavel: Assoeste, 2008, Cap. 02, p. 19-24.

ROSA, Cláudio Afrânio. **Como Elaborar um Plano de Negócio**. Brasília: SEBRAE, 2013.

SILVA, A. P. P. e MELO, B. **Hidroponia**. Disponível em: < <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/hidropo.htm>> Acesso em Set 2017.

SOUZA, Girlene Santos de; SANTOS, Anacleto Ranulfo; DIAS, Viviane Borges. **Metodologia da Pesquisa Científica**: a construção do conhecimento e do pensamento científico no processo de aprendizado. Porto Alegre: Editora Animal, 2013, 164 p.

Planejamento estratégico da empresa LZ

Vanessa R. Santana
Gilmar E. S. de Oliveira

Introdução

O setor têxtil e de confecção possui um dos mercados mais dinâmicos do mundo, repleto de inovações a todo momento, além de estar em constante evolução. O Brasil é um grande representante desse setor, uma vez que possui uma cadeia de produção integrada, caracterizada por ser a maior do Ocidente. Contudo, os brasileiros acabam perdendo posição no *ranking* de produção, principalmente para os Asiáticos, que por sua mão de obra barata, conseguem maior destaque nesse setor (Associação Brasileira de Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT), 2018).

Neste cenário competitivo e significativo, em que há a dinâmica e a complexidade do mercado de trabalho e da esfera dos negócios, encontra-se a Empresa LZ, uma empresa que atua no setor têxtil e de confecção, no segmento de vestuário, confeccionando e comercializando fardamentos.

O sucesso dessa organização pode ser viabilizado através de estratégias e projetos, estudados antecipadamente. Para Mintzberg *et al.* (2007), a estratégia é um plano que engloba objetivos, ações e políticas da empresa, integrando todas as suas áreas. Assim, é possível adequar a organização ao ambiente em que ela está inserida, obter bons resultados e ser bem-sucedida. Contudo, é importante a utilização de uma ferramenta de gestão que seja capaz de operacionalizar a estratégia e torná-la acessível, processo que pode ser realizado com o uso do Planejamento Estratégico (P.E).

O planejamento estratégico trata-se de um processo essencial dentro das organizações, isso porque através dele é possível traçar as diretrizes para estabelecer planos de ações capazes de resultar em vantagens competitivas. Ele identifica recursos potenciais, reconhece fraquezas e estabelece um conjunto de medidas agregadas que devem ser implantadas, a fim de obter o sucesso dos resultados planejados. Assim, o planejamento atinge sua eficácia máxima quando é entendido e realizado por todas as partes da organização, num mutirão permanente e orquestrado (CHIAVENATO E SAPIRO, 2013).

O *Strategic Planning Canvas* (SPCanvas) é um modelo colaborativo para a criação do P.E., que visa envolver o maior número de partes interessadas (proprietários, acionistas e colaboradores). Trata-se de um Canvas (quadro) separado em blocos, que segue algumas etapas, porém com algumas particularidades em relação ao método convencional de realizar planejamentos.

Diante do exposto, fica evidente a necessidade da criação de um planejamento estratégico para a Empresa LZ, através de uma ferramenta de gestão, que seja capaz de impulsionar o seu crescimento. Portanto, o objetivo geral do trabalho é criar o planejamento estratégico da Empresa LZ para um horizonte de cinco anos e os objetivos específicos são definir as bases estratégico-filosóficas, identificar as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças baseado no contexto atual da empresa, determinar os objetivos estratégicos e estratégias e apontar os projetos a serem desenvolvidos.

O setor têxtil e de confecção no mundo e no Brasil

Devido a dinâmica do mercado mundial têxtil e de confecção, são constantes os lançamentos de produtos e serviços pelo mesmo.

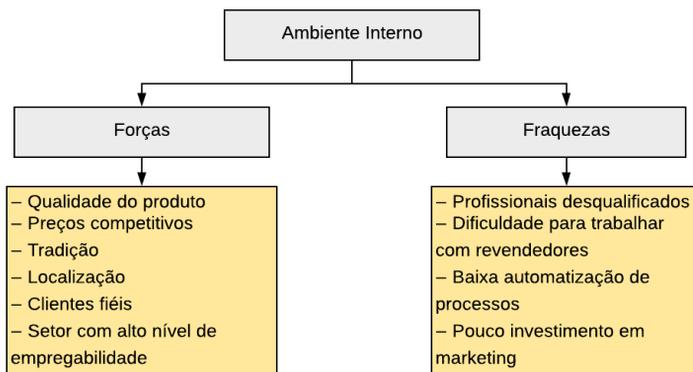
De acordo com a ABIT (2018), em 2010, a produção mundial de fios, tecidos, malhas e confeccionados foi de 84 milhões de toneladas. Além disso, em 2013, foram consumidas 89,1 milhões de toneladas de fibras, sendo 70% de fibras químicas e 30% de fibras naturais, como o algodão.

A Ásia é o continente que mais produz fios e confeccionados no mundo, sendo a China e Índia os países que se destacam. O Brasil também sobressai neste cenário, ocupando a quinta posição em produção de manufaturados têxteis e a quarta posição na produção de artigos de vestuário. Apesar dos brasileiros se realçarem no cenário da produção de têxteis e vestuários como um grande produtor e consumidor, sua atuação no comércio mundial não é tão significativa. Segundo a IEMI (2010), a participação do país nas transações comerciais é inferior a 0,5%, ocupando a 23ª posição no ranking de exportadores, o qual é liderado novamente pela China.

Apesar do déficit em relação ao comércio mundial, o setor têxtil e de confecção do Brasil é desenvolvido e completo, visto que sua área de atuação vai da produção das fibras até as confecções prontas para o mercado, indicando a maior cadeia integrada do Ocidente (ABIT, 2018). Em todo território nacional, segundo os dados da mesma associação, o setor atinge o número de 100 mil empresas, e destas, 33 mil com mais de cinco funcionários, empregando 1,6 milhão de brasileiros, sendo 75% funcionários do ramo da confecção, e na sua maior parte, mulheres. Este setor, sozinho, representa 5,7% da produção de toda a indústria de transformação no país.

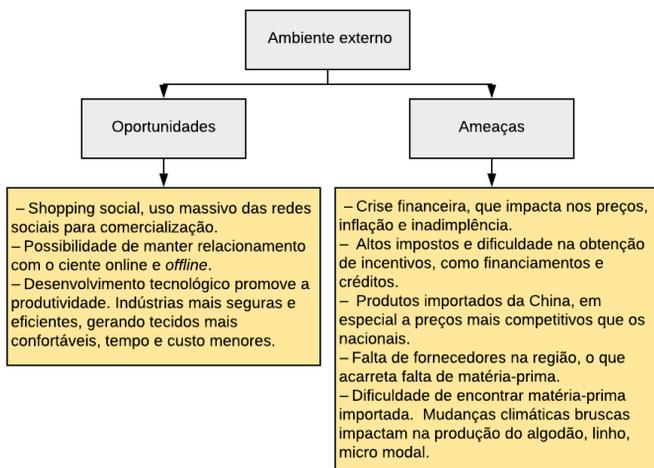
O Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2017), realizou uma análise dos ambientes interno e externo do setor de confecção no Brasil (Figuras 1 e 2), capaz de revelar que o mesmo é bastante promissor e que com estratégias eficazes, os empecilhos podem ser revertidos para bom um aproveitamento.

Figura 1- Análise SWOT do setor de confecção: Ambiente Interno.



Fonte: Adaptado do SEBRAE (2017).

Figura 2 - Análise SWOT do setor de confecção: Ambiente Externo.



Fonte: Adaptado do SEBRAE (2017).

Para as indústrias de confecções de pequeno e médio porte em relação as de grande porte, muitos destes fatores irão influenciar mais diretamente que outros. O conhecimento desta análise exige o estudo de cada caso individualmente, levando em consideração fatores como localização e mercado no qual a organização está inserida. Por exemplo,

a competitividade no mercado internacional certamente terá menor influência numa pequena ou média indústria de confecção se comparada com os problemas com profissionais desqualificados. Contudo, isso não anula as influências das oportunidades e ameaças relacionadas ao mercado mundial para a mesma, nem tão pouco impede que, com uma boa gestão, ela se desenvolva para abranger outros mercados.

Gerir uma organização remete ao pensamento de planejar estratégias, independente de qual ferramenta será usada, para alcançar metas estabelecidas. Segundo Pize (2017, p.7), “a estratégia está relacionada a um plano antecipado do que fazer e/ou a maneira de agir para ser bem-sucedido”. Conforme Chiavenato e Sapiro (2003), é basicamente a direção escolhida pela organização a partir de uma ideia de um futuro em que a mesma ocupa uma posição diferente, a qual trará vantagens em relação à situação atual, é pensar para agir e não simplesmente pensar antes de agir.

Contudo, é necessário a utilização de uma ferramenta de gestão capaz de operacionalizar a estratégia, chamada planejamento estratégico (P.E.). Segundo Pize (2017), este processo gerencial é capaz de conduzir com eficácia as organizações, para que assim elas possam se antecipar às ameaças em tempo hábil, tomando decisões e ações para evitá-las ou minimizá-las, além de conhecer e aproveitar as oportunidades a seu favor.

Planejamento Estratégico

Qualquer tipo de organização que deseja ter sucesso necessita de um bom planejamento para traçar caminhos adequados e definir seus objetivos e estratégias. Sem um bom planejamento não é possível que as dificuldades sejam identificadas corretamente.

O planejamento estratégico é “um processo contínuo de tomada de decisões empresariais atuais (tomar riscos) de forma sistemática e com o maior conhecimento do futuro; organizar sistematicamente

os esforços necessários para a execução dessas decisões” (Drucker, 1984, citado por Pize, 2017, p. 8).

Dessa forma, em função da desenvoltura do mercado, as organizações devem acompanhar constantemente o P.E., e “quanto mais dinâmico o ambiente no qual a organização está inserida, maior será a necessidade de revisões em seu planejamento estratégico” (PIZE, 2017, p.9).

O P.E. deve ser feito por etapas. Primeiramente, é necessário definir os elementos de identidade da organização, que são o negócio, a missão, a visão e os valores da organização.

O negócio refere-se a área de atuação da mesma, e deve ser definido com cautela, pois, segundo Pize (2017), a visão míope (miopia estratégica) pode limitar a capacidade de identificar a efetiva área de atuação, bem como as oportunidades e ameaças. Com isso, a organização terá prejuízo, reconhecendo incorretamente os concorrentes e criando estratégias não condizentes com a realidade.

De acordo com Chiavenato e Sapiro (2003), a missão representa o papel da organização na sociedade e sua razão de ser e existir. Além disto, é capaz de restringir a atuação no negócio em que a organização está inserida.

A visão é a imagem que ela tem de si no futuro, o que a mesma almeja alcançar em longo prazo. A visão alinhada com os interesses dos *stakeholders* (acionistas) traz mais possibilidades de atender ao propósito do negócio (CHIAVENATO E SAPIRO, 2003). Organizações pequenas (novas) devem ter uma visão curta, em função de suas limitações devido ao tempo de existência, já as maiores (antigas), podem estabelecer uma visão mais longa.

Por fim, os valores, que nada mais são do que o conjunto de crenças fundamentais da organização, princípios que todos devem respeitar, aptos para guiar a tomada de decisões.

Feitas as definições anteriores, deve ser realizado o diagnóstico dos ambientes externo e interno dos quais a organização faz parte. A análise do ambiente interno permite identificar as forças e fraquezas, pontos fortes e fracos, respectivamente, e, com isso, guiar a organização com decisões e estratégias que possibilitem o aumento de sua capacidade competitiva e produtiva.

Com a análise do ambiente externo, toma-se conhecimento das oportunidades e ameaças as quais a organização está submetida, e apesar de não ter controle sobre as mesmas, o planejamento estratégico é capaz de criar condições para as oportunidades serem aproveitadas e elaborar planos como tentativas para as ameaças serem evitadas.

Feito isso, é possível definir os objetivos que a organização deseja para aquele período o qual o planejamento está sendo realizado, os quais devem ser realistas e viáveis, provocando um sentimento de motivação nas pessoas. O próximo passo é definir as metas.

Na construção das estratégias é necessário pensar qual a aspiração vencedora da organização, os campos em que ela deseja atuar e como vencer em cada um deles. Além disto, é necessário examinar quais as capacidades e sistemas de gestão são indispensáveis para alcançar estes âmbitos.

Ainda existem os programas e projetos, que são aptos para manter a competitividade e sobrevivência da organização, através da sua capacidade na produção de valor, criação ou aperfeiçoamento de produtos ou serviços, o que inclui melhorias nas operações já existentes ou até mesmo a criação de novas.

Para boa execução do planejamento estratégico, todas as partes envolvidas devem ter conhecimento e entendimento do processo, afinal, o sucesso do mesmo depende da colaboração mútua entre os membros para realizá-lo com eficácia. As metas definidas que estejam ligadas ao sistema de remuneração da empresa provocarão

um incentivo maior. Além disto, é necessário garantir que as pessoas tenham orgulho do planejamento e entendam que o processo é importante para cada um dentro da organização.

Strategic Planning Canvas (SPCanvas)

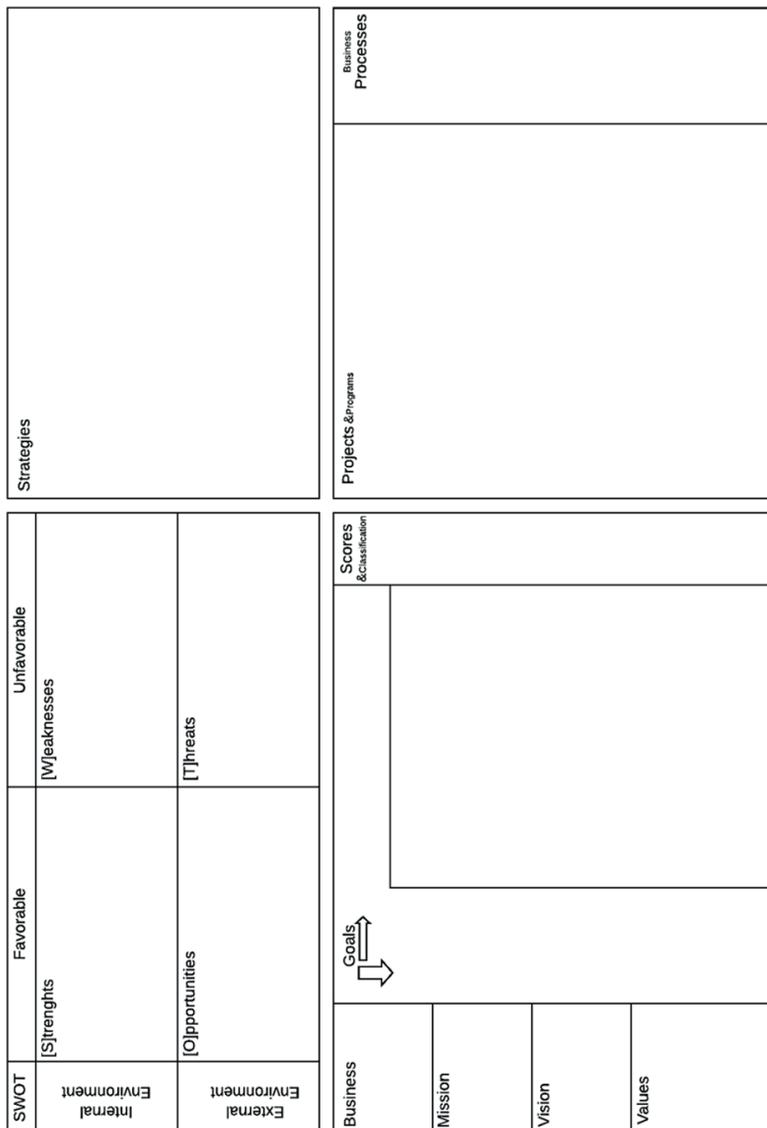
Descrito de maneira bem clara por Pize (2017), o SPCanvas foi criado para ser uma ferramenta de apoio ao desenvolvimento (ou revisão) do planejamento estratégico de uma forma visual, iterativa e colaborativa, envolvendo efetivamente as partes interessadas ao longo de todo processo. De acordo com o autor, fica evidente a eficiência do uso do método, ressaltando a boa comunicação visual da ferramenta, que facilita a disseminação do planejamento estratégico por toda a organização. O modelo pode ser visto na Figura 3.

A maneira correta de utilizá-lo é imprimir o modelo numa folha tamanho A0 (841 mm por 1189 mm), usar notas adesivas (*post-it*) para integrar as informações e canetas hidrográficas para escrevê-las. Na execução do planejamento devem estar presentes os proprietários, acionistas, executivos, colaboradores, parceiros, consultores e outras pessoas julgadas importantes para o processo. A participação de todos nas discussões é essencial para opinar e idealizar, visto que quanto mais pessoas que entendem da organização estiverem presentes, melhor será o resultado.

O uso do SPCanvas segue etapas semelhantes às do planejamento estratégico, contudo, o método tem suas particularidades, que fazem dele um processo completo e fácil de manusear. O modelo divide-se em blocos e tem uma ordem de execução que deve ser respeitada, uma vez que ela influencia diretamente no sucesso do planejamento. Uma vantagem do seu uso é a facilidade de visualização, a folha impressa pode ser exposta para todos na organização observarem e acompanharem o planejamento

diariamente. Os blocos presentes no modelo da Figura 3 estão explicados nos parágrafos a seguir.

Figura 3 – Modelo Strategic Planning Canvas.



Fonte: Adaptado de *Canvas World* (2018).

O primeiro bloco a ser preenchido deve ser o das bases estratégico-filosóficas, que são compostas por *business* (negócio), *mission* (missão), *vision* (visão) e *values* (valores), definidas de acordo com o que foi abordado no item 1.2. O segundo bloco é o que se refere à análise dos ambientes interno (*internal environment*) e externo (*external environment*), e o uso da matriz SWOT (*Strengths*, *Weaknesses*, *Opportunities* e *Threats*) facilita este procedimento. As identificações nas notas de *post-it* devem ser feitas no canto superior direito com a letra “S” (*Strengths*) que corresponde a forças, e “W” (*Weakeness*), que significa fraquezas, seguidas da numeração sequencial que a representa entre colchetes, por exemplo, [S] [01]. No ambiente externo a identificação é feita da mesma forma, porém utilizam-se as letras “O” (*Opportunities*) correspondente a oportunidades e “T” (*Threats*) que significa ameaças.

As forças e oportunidades configuram o ambiente favorável (*favorable*) e as fraquezas e ameaças, o ambiente desfavorável (*unfavorable*). Uma vez que todos os dados da matriz foram obtidos, realiza-se a Análise SWOT, que “consiste em cruzar as forças e fraquezas da organização com as oportunidades e ameaças do ambiente externo de negócio no qual ela está inserida, com o objetivo de identificar relações entres esses fatores e, a partir disso, definir o tipo de estratégia a ser adotado” (PIZE, 2017).

Os objetivos devem ser estabelecidos como os resultados a serem atingidos. Com o uso do PSCanvas, é possível priorizá-los de acordo as urgências da organização, o que tem maior necessidade de ser resolvido ou o que é necessário preceder a existência dos próximos objetivos. Os mesmos devem ser claros, concisos, mensuráveis e capazes de serem alcançados no horizonte de tempo definido para o P.E. Nas notas, são identificados no canto superior direito, com a abreviação “OBJ” seguida do número sequencial

correspondente, e além disso, as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças relacionadas com os mesmos também devem aparecer incluídas verticalmente no *post-it*, com sua letra inicial e numeração correspondentes.

O modelo contém um método para a priorização dos objetivos, realizado da seguinte forma: primeiramente escreve-se novamente os objetivos na linha horizontal do bloco *goals* (metas), após, comparam-se, um por vez, cada objetivo estratégico com todos os outros que estão na vertical, analisando sua importância de acordo com uma escala comparativa. Feito isso, é necessário somar os pontos de cada um dos objetivos e anotá-los nas notas adesivas, que devem ser colocadas na coluna *scores* (pontuações), para em seguida, classificá-los de acordo com a pontuação. É importante ressaltar que, na segunda comparação entre dois objetivos que já foram comparados, o resultado deve ser o contrário da primeira.

Após todos estes processos, cada objetivo deve ser desdobrado em pelo menos uma estratégia, que deve ser posta no bloco *strategies* (estratégias), sendo que a análise dos fatores definidos nos blocos anteriores também auxilia na construção das mesmas. Estratégias boas e concisas conduzirão a organização a atingir o estado desejado com mais facilidade. Nas notas, elas devem vir representadas com a abreviação “EST” no canto superior direito, seguida da numeração sequencial correspondente, da mesma maneira como é feita a identificação dos objetivos, e além dos fatores dos ambientes externo e interno, devem estar relacionadas também com um ou mais objetivos as quais se referem, usando suas respectivas abreviações e numerações.

Uma forma de implementar as estratégias na organização é utilizando programas e projetos, representado pelo bloco *Projects & Programs*. Para sua concepção são necessárias várias reuniões

intercaladas com prazos definidos e elas devem ser utilizadas para a apresentação das propostas de cada membro. Os programas e projetos podem estar relacionados com uma ou mais estratégias e sua relação com as mesmas e com os objetivos deve ser conhecida, visto que influenciará na priorização de execução.

Os programas também são apresentados em *post-it*, com dimensões diferentes, podendo abranger um ou mais projetos. Os projetos são apresentados nas notas com seu código de identificação, nome e sua descrição resumida (no verso), além de apresentar os objetivos e estratégias relacionados com os mesmos.

Portanto, quando realizadas todas as etapas descritas do SPCanvas, o resultado será um planejamento estratégico bem elaborado, capaz de conhecer a organização, envolver todas as partes interessadas, respeitando os princípios da mesma e impulsionando o seu crescimento no mercado no qual está inserida, além de aumentar sua competitividade em relação aos concorrentes e obter os resultados que a organização pretende alcançar.

Método

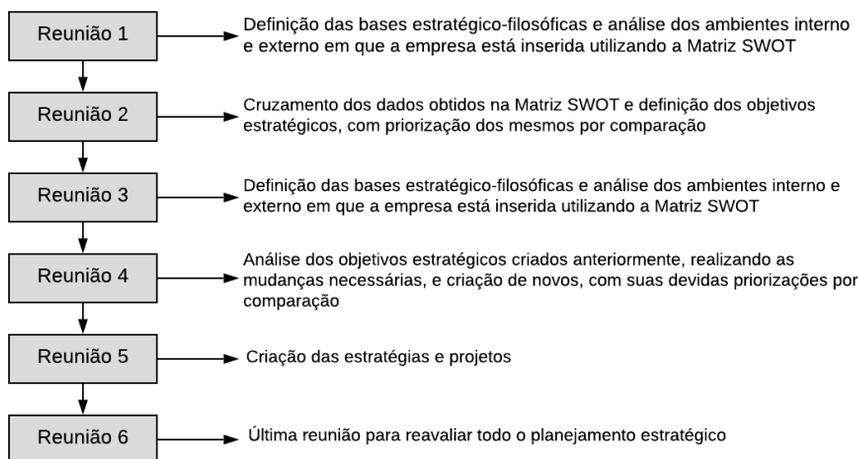
Campo de estudo

A Empresa LZ é uma microempresa inserida no mercado da indústria e comércio de confecções, que atua nos setores de uniformes escolares, industriais, comerciais e camisetas para eventos. Foi fundada em maio de 1994, com sede no município de Castro Alves, estado da Bahia, onde se localiza até os dias atuais. A empresa possui instalações próprias, contando com um total de dez funcionários permanentes e quatro temporários, incluindo a indústria e o comércio das confecções, o qual é realizado na própria empresa, numa loja destinadas às vendas. A gestão é composta por seus dois proprietários, que também são sócios-gerentes.

Criação do P.E. utilizando o SPCANVAS

O estudo de caso foi a metodologia para o presente trabalho. Dessa forma, primeiramente foi necessário realizar a coleta de dados. Isto foi possível por meio do contato direto com o ambiente em estudo, resultando num trabalho intensivo de campo, por meio de seis reuniões periódicas com os proprietários sócios-gerentes da empresa e, paralelo a isto, o uso do modelo SPCANVAS como apoio para a criação do seu planejamento estratégico. Na Figura 4 estão especificadas as pautas de cada uma das reuniões.

Figura 4 – Reuniões e pautas para a criação do planejamento estratégico.



Fonte Autoria própria (2018).

Por fim, foi proposto aos proprietários um modelo de apresentação do P.E., com o propósito de motivar os colaboradores e deixá-los a par dos novos propósitos da empresa.

Resultados e discussões

A primeira parte dos dados obtidos na primeira reunião foram as bases-estratégico filosóficas da organização, conforme mostra o

Quadro 1. O negócio definido como confecções tem o objetivo de não limitar a empresa à produção de fardamentos, já que, apesar de ser a missão da organização, existem outros produtos que podem ser confeccionados pela mesma. Além disto, sabe-se que a organização tem um sério trabalho, respeitando clientes e colaboradores, e adotando práticas sustentáveis, como reaproveitar os resíduos de tecidos e malhas utilizados nas confecções, os quais são entregues a costureiras locais que os utilizam para confeccionar produtos como tapetes, fronhas de cama, adereços de fuxico e outros de acordo com suas criatividadeas.

Quadro 1 – Bases estratégico-filosóficas.

NEGÓCIO	Confecções.
MISSÃO	Fornecer fardamentos empresariais, escolares e comerciais que agreguem valor, conforto e qualidade aos clientes.
VISÃO	Ser empresa referência baiana em uniformes empresariais, escolares e comerciais.
VALORES	Ética; Honestidade; Respeito aos clientes e colaboradores; Responsabilidade Social; Sustentabilidade Ambiental.

Fonte Autoria própria (2018).

A segunda parte dos dados obtidos na primeira reunião foi a Matriz SWOT da empresa, composta com a análise dos ambientes que a organização está inserida, como mostra a Figura 5.

Figura 5 – Matriz SWOT.

SWOT	FAVORÁVEL	DESFAVORÁVEL
AMBIENTE INTERNO	<p>[S]TRENGTHS (FORÇAS)</p> <p>01: Associados na ABIT 02: Alta capacidade de produção devido aos equipamentos modernos da empresa; 03: Fidelidade dos clientes; 04: Pontualidade na entrega; 05: Qualidade do produto; 06: Atendimento personalizado; 07: Preço justo dos produtos.</p>	<p>[W]EAKNESSES (FRAQUEZAS)</p> <p>01: Baixo capital para investimentos; 02: Retrabalho; 03: Estoque de matéria prima elevado; 04: Logística de entrega para clientes de outras cidades; 05: Instalações adaptadas, requerendo melhores adequações.</p>
AMBIENTE EXTERNO	<p>[O]PPORTUNITIES (OPORTUNIDADES)</p> <p>01: Licitações locais, estaduais e federais; 02: Uso das redes sociais para conquista de novos clientes 03: Alta demanda de fardamentos em períodos sazonais; 04: Reconhecimento e credibilidade dos clientes.</p>	<p>[T]HREATS (AMEAÇAS)</p> <p>01: Distância dos principais fornecedores; 02: Carga tributária de impostos elevada; 03: Concorrência com outras empresas; 04: Carência de mão de obra especializada; 05: Baixo potencial de crescimento do município em que a empresa está instalada; 06: Sazonalidade.</p>

Fonte Autoria própria (2018).

Na segunda reunião, com o cruzamento dos dados obtidos na Matriz SWOT, foi possível analisar de forma coerente as necessidades da organização, perceber como seus pontos fortes poderiam ser aproveitados da melhor forma e encontrar meios para lidar com as ameaças.

Por conseguinte, os objetivos estratégicos foram definidos, e, posteriormente, priorizados através da simples comparação entre os mesmos. É importante ressaltar que cada um deles foi originado de uma situação identificada nas discussões procedentes do cruzamento de dados da Matriz SWOT. O Quadro 2 mostra a ordem de prioridade dos Objetivos Estratégicos.

Quadro 2 – Objetivos estratégicos.

ORDEM DE PRIORIDADE	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	SITUAÇÃO	DESCRIÇÃO
1º	01	Histórico de vendas dos últimos cinco anos.	Desenvolver uma nova linha de produtos para vender nos períodos de baixa produtividade.
2º	07	Ausência de proteção contra incêndios e falta de sinalização.	Avaliar toda a empresa quanto à higiene e segurança do trabalho
3º	02	Indicação da empresa por parte de um cliente (Escola CM).	Fechar contratos com as Escolas RG e PDC para fornecer os fardamentos dos alunos.
4º	05	Retrabalho exacerbado na empresa.	Capacitar força de trabalho em atividades específicas.
5º	04	Alcance e divulgação proporcionados pelas redes sociais.	Investir no marketing da empresa.
6º	06	Logística dificultada pela distância dos clientes, causando muitas vezes várias viagens em uma semana.	Organizar uma agenda de visitas e entregas para clientes de outras cidades.
7º	03	Gama de licitações disponíveis na internet a todo tempo.	Iniciar projetos para participação em licitações.

Os nomes reais dos clientes (escolas) foram omitidos e substituídos por pseudônimos.

Fonte: Autoria própria (2018).

As estratégias correspondentes a cada um dos objetivos foram definidas seguindo a ordem de priorização dos mesmos, conforme mostra o Quadro 3.

Quadro 3 – Objetivos estratégicos e estratégias.

OBJETIVO ESTRATÉGICO	ESTRATÉGIA
Desenvolver uma nova linha de produtos para vender nos períodos de baixa produtividade.	01: Criar o design do(s) novo(s) produto(s). 02: Desenvolver a linha de produção para o(s) novo(s) produto(s).
Avaliar quanto à higiene e segurança do trabalho toda a empresa.	03: Avaliar por meio de grupo de trabalho formado por estudantes da UFRB, no âmbito da disciplina Higiene e Segurança do Trabalho. 04: Analisar o nível de adequação das instalações às Normas Regulamentadoras.
Fechar contratos com as Escolas RG e PDC para fornecer os fardamentos dos alunos.	05: Visita às escolas com portfólio dos produtos. 06: Requisitos do contrato: preço, prazo de entrega, quantidade de fardamentos e período de contrato.
Capacitar força de trabalho em atividades específicas.	07: Levantar as necessidades por qualificação de toda a empresa: gestão e fabril. 08: Identificar a instituição que atenda às necessidades de qualificação.
Investir no marketing da empresa.	09: Inserir a Empresa LZ nas redes sociais. 10: Padronizar uma embalagem contendo o P.E.
Organizar uma agenda de visitas e entregas para clientes de outras cidades.	12: Adotar um software de gestão para logística dos clientes.
Iniciar projetos para participação em licitações.	13: Direcionar o foco da participação: estadual ou municipal. 14: Conhecer o pregão eletrônico.

Os nomes reais dos clientes (escolas) foram omitidos e substituídos por pseudônimos.

Fonte: Autoria própria (2018).

Através das estratégias, os projetos foram pensados e criados de maneira a implantá-las da melhor forma, conforme mostra o Quadro 4. Como o objetivo da presente pesquisa é criar o planejamento estratégico da organização, não faz parte do seu escopo o desenvolvimento desses projetos.

Quadro 4 – Projetos.

PROJETO	DESCRIÇÃO
NOVO PRODUTO	Está relacionado com o Objetivo 01 e as Estratégias 01 e 02. Consiste no desenvolvimento de uma nova linha de produtos para vender nos meses em que a empresa tem baixa produtividade (junho a outubro).
HOST	Está relacionado com o Objetivo 07 e as Estratégias 03 e 04. É um projeto de Higiene Ocupacional e Segurança do Trabalho que tem como objetivo fazer a análise de toda a empresa de acordo com as normas brasileiras e aplicá-las, visando a segurança do local e de todos que trabalham nele.
RG E PDC	Está relacionado com o Objetivo 02 e as Estratégias 05 e 06. Equivale a fechar os contratos com as referidas escolas, levando em consideração todos os termos adequados e necessários.
FORÇA DE TRABALHO	Está relacionado com o Objetivo 05 e as Estratégias 07 e 08. Baseia-se em capacitar os colaboradores da empresa em suas atividades específicas, a fim de eliminar o retrabalho exacerbado que prejudica a produção.
EMPRESA LZ NA REDE	Está relacionado com o Objetivo 4 e as Estratégias 09, 10 e 11. Significa introduzir a Empresa LZ nas redes sociais para obter novos clientes e entender o ponto de vistas dos atuais através de uma pesquisa de satisfação, com o objetivo aprimorar-se. Além disso, visa divulgar o planejamento estratégico em questão, com o objetivo de formalizar a empresa.
LOG-LZ	Está relacionado com o Objetivo 06 e a Estratégia 12. Fundamenta-se em adotar um software a fim de organizar as visitas e entregas em clientes de outras cidades, visando otimizar a logística.
LICITAÇÃO	Está relacionado com o Objetivo 03 e as Estratégias 13 e 14. Abarca o estudo da participação em licitações federais, estaduais ou locais, direcionando o foco e posteriormente, participando da seleção nas mesmas.

Fonte: Autoria própria (2018).

Contudo, algumas estratégias definidas foram usadas para iniciar a criação de alguns projetos. Por exemplo, o Projeto Empresa LZ na rede foi posto em prática através da criação da página da empresa na rede social Instagram, a qual está sendo monitorada e atualizada constantemente, com o objetivo de obter seguidores e

disseminar a Empresa LZ na rede. Além disso, os trâmites do Projeto RG e PDC foram iniciados, através de telefonemas com os clientes para agendamento da primeira visita nas respectivas escolas.

O Projeto Novo Produto, o qual refere-se à criação de um produto, já está sendo estudado pelos proprietários sócios-gerentes para ser escolhido. Contudo, tem sido feito com cautela, baseado no conhecimento e experiência dos empresários, que visam escolher um produto que seja bem aceito no mercado no período desejado e atenda seus objetivos.

O Projeto HOST também entrou em andamento, com a visita do grupo de estudantes da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), para avaliação da empresa, que resultará na identificação dos riscos de acidentes de trabalho e posterior criação dos mapas de riscos.

Dessa maneira, o planejamento estratégico da Empresa LZ foi concluído.

Conclusão

O desenvolvimento do presente trabalho possibilitou a análise da realidade de uma empresa onde os proprietários sócios-gerentes nunca haviam utilizado mecanismos de auxílios na gestão, e por isso, existiam muitos campos a serem considerados e avaliados, resultando num espaço amplo de soluções a serem adotadas. Dessa forma, obteve-se uma grande quantidade de objetivos estratégicos. Entretanto, diante do conhecimento através da aplicação de uma ferramenta de gestão, foi necessário limitar o horizonte do planejamento para atingir as soluções que causariam os maiores impactos no tempo estabelecido para o planejamento.

Através da Análise SWOT, notou-se que os ambientes nos quais a organização está inserida dificultam seu crescimento, como por exemplo, sua localização e a falta de mão de obra qualificada.

Contudo, trata-se de uma empresa com muitas forças internas e com um bom grau de satisfação dos clientes, lhe proporcionando grande potencial para desenvolvimento, o que pode ser viabilizado através da execução do atual planejamento estratégico.

O estudo aguçou a percepção dos proprietários sócios-gerentes quanto à importância do P.E. Segundo eles, o processo foi muito motivador, resultando em muitos aprendizados. Ainda o consideraram como uma oportunidade única de avaliar a empresa e direcionar suas futuras decisões corretamente. Ambos esperam um retorno mais rápido para os objetivos da organização, além de afirmarem que usarão o planejamento estratégico posteriormente para avaliar com clareza e rapidez se eles foram alcançados, assim como foram orientados. Além disso, como o P.E foi pensado para o horizonte de cinco anos, foi indicado que ele seja revisado em sua totalidade ao menos uma vez por ano.

De um modo geral, através de um trabalho prático e enriquecedor para todos os envolvidos, os objetivos da presente pesquisa foram alcançados e os proprietários sócios-gerentes, que ficaram bastante empolgados durante a criação do planejamento estratégico, ficaram satisfeitos com o resultado.

Referências

ABIT. Associação Brasileira de Indústria Têxtil e de Confecção. **O poder da moda**. 2018. 52 slides.

CHIAVENATO, Idalberto; SAPIRO, Arão. **Planejamento estratégico**: Fundamentos e aplicações. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. 378 p.

MINTZBERG, Henry; LAMPEL, Joseph; QUINN, James Brian; GHOSHAL, Sumantra. **O Processo da Estratégia**: Conceitos, Contextos e Casos Selecionados. 4. ed. São Paulo: Bookman, 2007.

PIZE, Adilson. **Canvas World**. Disponível em: <http://www.canvasworld.com.br/sp_Canvaspt>. Acesso em: 17 maio 2018.

PIZE, Adilson. **Planejamento e alinhamento estratégico de projetos**: Um guia prático aplicando os modelos SPCanvas e SPCanvas. Rio de Janeiro: Brasport, 2017.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Estudo de mercado**: indústria: confecções. Salvador, 2017. 56 slides.

Empreendedorismo universitário: o caso da +Paladar

*Gustavo Rodrigues Lopes
Cristiane Agra Pimentel*

Introdução

A iniciativa empreendedora, de modo geral, se dá por necessidade ou por oportunidade. No primeiro caso, a decisão de empreender é realizada por falta de opção, o indivíduo por não encontrar outras possibilidades de trabalho decide se aventurar na criação de um negócio. O empreendedorismo por oportunidade é característico de indivíduos com propósito, que sabem onde querem chegar, e como consequência comumente constituem uma empresa com planejamento prévio. Apesar da reflexão dicotômica essas não são as únicas circunstâncias para a abertura de um negócio, outras motivações são: atributos pessoais, mercado de trabalho, insatisfação com emprego, influências familiares e externas (PORTO, 2013; VALE, CORRÊA e REIS, 2014).

Júnior e Pisa (2010) afirmaram que as oportunidades para criação dos Micro e Pequenos Negócios encontram-se no ambiente e são notadas pelos empreendedores, visionários que identificam um problema e conseguem convencer outras pessoas a colaborarem com sua solução. Lima, Nassif e Garçon (2020) realizaram uma pesquisa com objetivo de identificar características humanas e psicológicas de empreendedores, através das entrevistas, foi possível identificar características de intencionalidade, antecipação, autorreatividade e autorreflexão, autoeficácia, otimismo, esperança e resiliência.

O cenário das Micro e Pequenas Empresas no setor alimentício apresenta oportunidades e desafios para o empreendedor que

decide atuar na área. O mercado é promissor, porém há uma grande concorrência e um público cada vez mais exigente, fatores que implicam na dificuldade de sobrevivência das empresas tradicionais.

Nesse contexto, um estudante de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), dotado de características pessoais associadas ao empreendedorismo, como aptidão com comunicação e vendas, intencionalidade e otimismo, identificou uma oportunidade. Através de um desafio do Grupo de Empreendedorismo e Gestão de Negócios (GEGN) começou um empreendimento universitário, com o objetivo de fornecer lanches aos colegas do curso, que precisavam se deslocar longas distâncias para fazer as refeições.

O empreendimento com nome fantasia “+Paladar” se expandiu, alcançando todo o Campus da UFRB e o Centro da cidade de Cruz das Almas. O projeto merece destaque pelo estímulo ao empreendedorismo universitário, uma vez que os sócios realizavam palestras e mentorias gratuitas, e por oferecer oportunidade de renda extra aos estudantes, empregando 8 destes, simultaneamente.

O objetivo deste capítulo é apresentar o estudo de caso da +Paladar, discutindo as dificuldades encontradas por universitários que desejam iniciar um negócio, estimulando-os a desenvolver habilidades empreendedoras.

Método

Segundo Oliveira e Ponte (2006), as pesquisas descritivas baseiam-se na descrição da população, do fenômeno ou na relação entre as variáveis. A partir desta definição, é possível verificar que tais pesquisas apresentam alta capacidade informativa de dados que se relacionam. A atual pesquisa se classifica em descritiva, devido as características detalhistas dos fenômenos analisados em um empreendimento.

Conforme esclarece Gil (2002), a forma de abordagem qualitativa envolve a manipulação e interpretação de dados para a formalização de um relatório narrativo, tendo como base a interpretação do pesquisador. A presente pesquisa apresenta abordagem qualitativa, devido à necessidade de interpretação, por parte do pesquisador, dos fenômenos que serão discutidos.

Pode-se dizer que o estudo de caso está fundamentado no desenvolvimento da compreensão e da experiência em um determinado fenômeno. Neste contexto, para Cesar (2005) fica claro que o método é altamente utilizado em estudos organizacionais, apresentando viabilidade para aplicações na vida real. Convenientemente com o presente estudo, das características gerais de um empreendimento, optou-se pela metodologia do estudo de caso.

Os resultados serão apresentados em três tópicos:

- ✓ A história da +Paladar: Apresenta um resumo sobre a idealização do empreendimento, o modelo operacional, os objetivos e as conquistas;
- ✓ Produção e vendas: Discorre sobre as estratégias utilizadas para produção e comercialização dos produtos do empreendimento;
- ✓ Planejamento financeiro: São apresentados os principais dados financeiros da +Paladar e as estratégias utilizadas para armazenamento e organização desses dados.

Resultados e discussões

História da +Paladar

O Grupo de Empreendedorismo e Gestão de Negócios (GEGN) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) foi um grupo de estudos criado por estudantes, os quais tinham o objetivo de estimular o desenvolvimento pessoal e o empreendedorismo nos

alunos do Bacharelado em Ciências Exatas e Tecnológicas (BCET). Inicialmente as reuniões ocorriam nas quintas-feiras, no campus de Cruz das Almas, os temas eram divulgados previamente e os discentes poderiam selecionar os assuntos que tivessem maior afinidade para explaná-los publicamente. As palestras eram elaboradas de modo que os ouvintes fossem ativos, tornando as discussões produtivas e garantindo bons resultados.

O GEGN passou a beneficiar muitos estudantes, não apenas do BCET, alunos de outros cursos também passaram a frequentar as reuniões. Os feedbacks mostravam que a maioria dos membros estavam se desenvolvendo pessoalmente, mas ainda havia pouca iniciativa de novos empreendimentos. Para resolver esse impasse, os gestores do GEGN expandiram as reuniões para três dias na semana, sendo um dedicado para o desenvolvimento pessoal, outro para educação financeira e um dia direcionado para a mentoria de novos empreendimentos. Com essa mudança muitos empreendimentos foram iniciados, através do incentivo e da orientação obtidos no Grupo de Empreendedorismo.

A +Paladar foi um empreendimento idealizado por um estudante de Engenharia Mecânica, da UFRB. Em um desafio do GEGN foi proposto a apresentação de pitches, por parte dos estudantes, para que estes identificassem anseios locais e desenvolvem ideias de negócio que suprissem necessidades dos consumidores. Spina (2012, p. 8) define pitch como “uma apresentação sumária de 3 a 5 minutos com objetivo de despertar o interesse da outra parte (investidor ou cliente) pelo seu negócio, assim, deve conter apenas as informações essenciais e diferenciadas”.

O discente identificou que as cantinas da UFRB estavam localizadas apenas nos dois pavilhões de aulas, o que dificultava as refeições dos estudantes que tinham aulas em outros locais do campus. A Universidade em Cruz das Almas tem grande área

territorial, exigindo que muitos fizessem longos deslocamentos para se alimentar. Essa era a realidade do próprio estudante que tinha a maioria das suas aulas no Bloco S, distante do pavilhão de aulas, sendo estimulado inicialmente a direcionar o projeto para esse prédio.

O universitário encontrou um amigo, que se interessou pela sua ideia e decidiu fazer parte do negócio. Durante 2 meses, aproximadamente, os estudantes, que não tinham muito conhecimento culinário, realizaram testes de receitas e levaram estas para os colegas de curso, que compravam e ofereciam feedbacks. Essa estratégia de levar um produto ao mercado começando com pessoas próximas é excelente estratégia, uma vez que esses adotantes iniciais são bem mais flexíveis e tolerantes a erros. Entre os testes foram produzidos bolos, empadas, coxinhas e tortas. Apesar do apreço generalizado pelos lanches, o produto mais bem recebido foi a empada (Figura 9). Dessa forma, os empreendedores decidiram comercializar apenas esse produto.

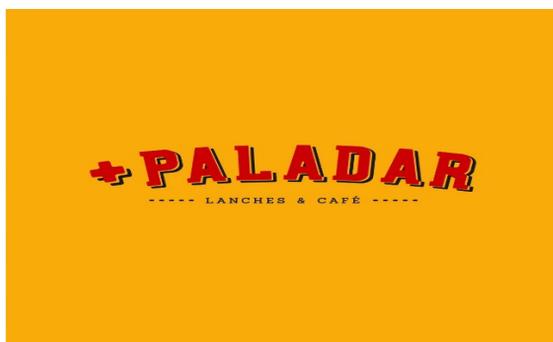
Figura 9 – Empadas do empreendimento universitário.



Fonte: Autoria própria (2020).

O negócio tinha funcionamento bem simples, o segundo sócio cuidava da produção, enquanto o primeiro ficava responsável pelas vendas. Apesar de ambos terem conhecimento em gestão e empreendedorismo, não houve *business plan*, nem muito planejamento prévio, devido às dificuldades encontradas em equilibrar o bom desempenho acadêmico e o sucesso do empreendimento. Os empreendedores, com auxílio do GEGN criaram o nome “+Paladar” e desenvolveram a logomarca (Figura 10).

Figura 10 – Logomarca da +Paladar.



Fonte: Autoria própria (2020).

Ao finalizar o semestre, o segundo sócio precisou se afastar para se dedicar as atividades acadêmicas, foi quando surgiu um novo interessado do mesmo curso. A nova sociedade gerou resultados mais satisfatórios, ambos estudantes estavam com esforços direcionados ao empreendimento e optaram por reduzir a carga horária com as atividades acadêmicas. Desde o início, passou-se a ter maior atenção com o armazenamento de dados, controle de estoque, fluxo de caixa, melhorias da qualidade do produto e logística. Através das melhorias, o projeto acabou se expandindo por todo o *campus* da UFRB, recebendo apoio de estudantes, técnicos e professores.

No melhor período do projeto, 8 estudantes universitários foram contratados simultaneamente para produção e venda dos

lanches. Aproximadamente 150 empadas eram vendidas por dia, o pró-labore de cada empreendedor alcançou R\$ 1000,00 e o faturamento próximo a R\$ 5.000/mês. Os universitários diminuíram a participação na produção e vendas, direcionando seus esforços para o gerenciamento do negócio. Além disso, os empreendedores conseguiram montar uma barraca no São João de Cruz das Almas, fazendo com que as vendas alcançassem o centro da cidade e, em um período de recesso acadêmico, os produtos foram vendidos na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).

Os empreendedores não se contentavam apenas com a administração do negócio. A paixão pelo empreendedorismo e o sentimento de gratidão ao GEGN, grupo no qual o empreendimento foi formado, estimularam os estudantes a coordenar semanalmente palestras sobre desenvolvimento pessoal e empreendedorismo na UFRB, totalmente gratuitas.

Através das palestras muitos outros empreendimentos universitários foram formados. Era uma jornada árdua, mas prazerosa, envolvendo atividades acadêmicas, administração do negócio e contribuição social com os estudantes da Universidade.

Aproximadamente após 1 ano de negócio, os sócios decidiram que seus objetivos na +Paladar tinham sido alcançados, muitos outros estudantes passaram a empreender no ramo alimentício, aumentando a oferta de lanches dentro da Universidade. Perceberam também que essa concorrência era capaz de vender lanches por preços mais acessíveis, uma vez que não tinham custos com funcionários.

O público estudantil tinha percepção da proposta de valor da +Paladar, mas por vezes optavam por fazer refeições menos custosas, por terem orçamentos limitados. Outro problema notável foi que o negócio não poderia se formalizar, pois para comercializar lanches na Universidade era necessário a aprovação em um edital específico e, o uso de um local fixo para comércio de alimentos, o

que diferia da proposta de fornecimento de lanches com vendedores ambulantes, para atender diferentes locais do *campus*.

Todas as restrições, alinhadas as perspectivas ambiciosas dos empresários, estimularam estes a encerrar o projeto da +Paladar, iniciando o planejamento de um novo negócio e abrindo o caminho para novos empreendedores universitários.

Produção e vendas

Inicialmente a produção ocorria na residência dos empreendedores, os quais remuneravam, com comissão, outros universitários que ficavam responsáveis pela produção. Na Figura 11 é possível visualizar um dos colaboradores da +Paladar preparando as empadas.

Figura 11 – Produção de empadas na residência dos empreendedores.



Fonte: Autoria própria (2020).

Conforme o negócio e os funcionários foram criando maturidade optou-se por deslocar a produção para a casa dos colaboradores,

pois quando a produção ocorria na residência dos sócios, estes tinham dificuldades em se desvincular do trabalho. Essa situação demonstra que ter um empreendimento na própria casa, realidade de muitos micros negócios brasileiros, pode acarretar aumento de labor dos proprietários, principalmente quando a produção ocorre nos mesmos horários reservados para o planejamento. Era consenso dos sócios que a terceirização da produção reduziu o desperdício de tempo destes, porém acarretou em problemas, como atrasos, perdas de qualidade e falta de padronização dos produtos.

Os itens necessários para produção ficavam alocados na residência dos membros responsáveis pela elaboração das empadas. Havia uma preocupação em relação aos atendimentos dos critérios de higiene, por parte dos colaboradores, dessa forma os proprietários visitavam os cozinheiros eventualmente para garantir que os lanches fossem produzidos com os cuidados necessários.

O ideal seria um local específico para instalação da empresa +Paladar, o assunto foi discutido várias vezes entre os sócios, mas estes perceberam que não seria possível a sobrevivência da empresa caso houvesse o deslocamento, uma vez que as margens de lucro eram baixas e os clientes não demonstravam interesse em pagar preços mais altos pelos produtos. Apesar da +Paladar também vender para professores e técnicos, que se mostravam mais dispostos a arcar com eventuais aumentos, o público-alvo eram os estudantes.

As vendas também eram terceirizadas, os universitários recebiam as empadas na Universidade, vendiam e recebiam uma comissão pela quantidade vendida, porém os resultados eram variáveis, alguns estudantes vendiam muito, enquanto outros não se saíam bem. No início esse não era um grande problema, mas com o aumento da concorrência, os clientes ficaram menos suscetíveis a adquirir os produtos, caso os diferenciais do vendedor não fossem identificados.

Outro fator determinante nas vendas era o tamanho do ciclo de amizades do comerciante, quanto maior, maiores as vendas. Quando os proprietários vendiam, os resultados eram excelentes, os clientes aproveitavam a oportunidade para fazer críticas acerca das dificuldades de comunicação de alguns vendedores. Geralmente o processo de contratação era não criterioso, pois a maioria dos estudantes tinham poucos horários disponíveis, sendo necessário um grande número de colaboradores para estruturar a escala de trabalho. Apesar da motivação dos melhores vendedores, estes sempre priorizavam as atividades acadêmicas, sendo que em períodos de atividades avaliativas o empreendimento perdia os melhores colaboradores. Os empreendedores por vezes repunham as faltas dos colaboradores, mas essa ação nem sempre era possível.

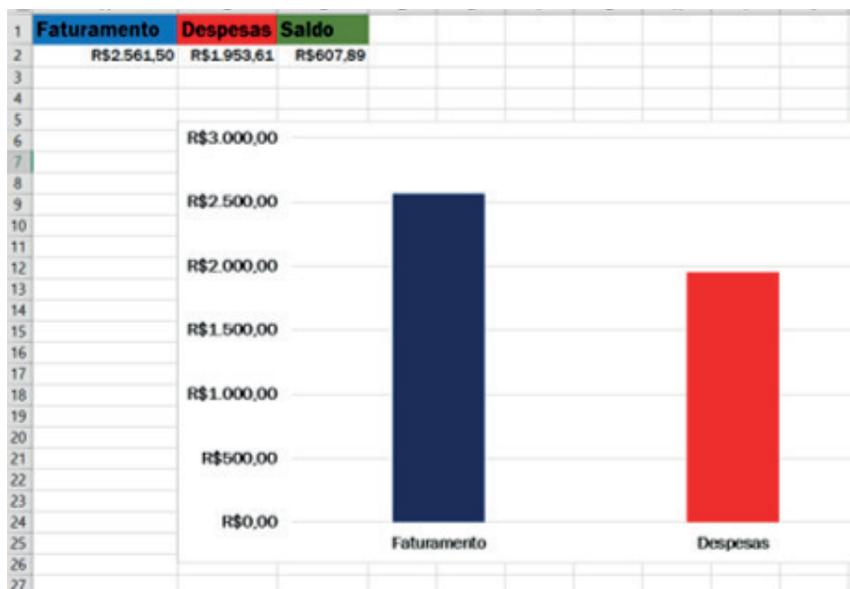
A capacidade produtiva da +Paladar era de 200 empadas por dia, sendo que o máximo de vendas em um dia foi de aproximadamente 180 lanches, com apenas dois vendedores. Estes especularam que as vendas escalariam com a contratação de mais colaboradores, conseguindo alocar até 4 destes simultaneamente, mas a ideia não se confirmou na prática. As vendas oscilavam muito dependendo do dia e do vendedor, as previsões nem sempre eram assertivas, gerando eventuais perdas.

As empadas eram vendidas em bandejas “porta pães” nas cores vermelha e amarela, as quais apresentavam adesivos de identificação da empresa. A +Paladar também contratou um motoboy, que ficava responsável pela logística. Esse buscava as empadas na residência dos cozinheiros, entregava aos vendedores na UFRB e ficava responsável pela devolução das bandejas aos responsáveis pela produção, diariamente. As compras dos insumos eram realizadas pelos proprietários em um mercado atacado da cidade, por ligação. O mercado se responsabilizava pela entrega dos produtos.

Planejamento financeiro

O gerenciamento da +Paladar era realizado com auxílio de planilhas eletrônicas (Figura 12) e documentos de texto. Eram armazenados dados de venda, controle de estoque, custos, comissão dos colaboradores, lista de fornecedores e fluxo de caixa, os quais auxiliavam na tomada de decisão. Os empreendedores pretendiam estabelecer um pró-labore fixo, entretanto as oscilações das vendas e a ausência de capital externo dificultavam essa ação. Sendo que, na maioria das vezes, era necessário retirar todo o capital da empresa para que os empresários pudessem receber um salário justo. É reconhecimento dos sócios que essa situação não era desejada, uma vez que o capital de giro é fundamental para a sobrevivência de um micro empreendimento.

Figura 12 – Página 1 da planilha do fluxo de caixa da +Paladar.



Fonte: Autoria própria (2020).

No início do empreendimento, quando os sócios eram responsáveis pela produção e venda, as margens eram consideravelmente altas, alcançando valores superiores a 100% de lucro, mesmo que estes sempre optassem por ingredientes com maior qualidade. Entretanto, o objetivo destes não era atuarem como autônomos, que precisam estar vinculados a todos os departamentos da organização, garantindo lucros altos, mas com dificuldade de apresentação da proposta de valor, com dedicação exaustiva de trabalho e com o mínimo de funcionários possível. Os empresários da +Paladar desde o início se planejavam para contratar funcionários, gerando renda para universitários que desejavam empreender, mas tinham receio de se arriscar, ou não dispunham de capital. A contratação desses colaboradores aumentou os custos consideravelmente. Enquanto os concorrentes, que aumentaram em número após o sucesso da +Paladar, por vezes, optavam por se responsabilizar por toda cadeia produtiva, conseguindo oferecer preços menores.

O modelo de planejamento financeiro utilizado pelos empresários não considerava custos fixos, apenas variáveis. Todos os custos estavam vinculados com a venda dos produtos, uma vez que os colaboradores eram comissionados e o empreendimento não arcava com custos de aluguel, água e energia. Os empreendedores planejavam incluir no orçamento do empreendimento custos fixos, mas esses inviabilizariam a sobrevivência da empresa.

O ideal seria um pequeno aumento de R\$ 0,50 no preço de venda do produto, sendo suficiente para arcar com todos os custos necessários, desde que as vendas fossem de aproximadamente 100 empadas por dia. Mas como já foi citado anteriormente os aumentos não eram bem vistos pelo público universitário, os quais conseguiam adquirir outros lanches por R\$ 2,00, com os concorrentes. Através de observações, era evidente que os concorrentes vendiam menos,

entretanto os baixos custos de produção e a ausência de funcionários proporcionava possivelmente lucros mais interessantes. A Tabela 9 apresenta os dados financeiros mais relevantes da +Paladar.

Tabela 9 – Dados financeiros da +Paladar.

Comissão vendedor/empada	R\$ 0,40
Comissão cozinheiro/empada	R\$ 0,28
Custo médio	R\$ 1,48
Preço de venda	R\$ 2,50
Lucro líquido unitário	43%
Pró-labore médio	R\$ 700,00

Fonte: Autoria própria (2020).

Na Tabela 9, o custo médio é a soma dos custos com insumos, da comissão do vendedor e da comissão do cozinheiro. O lucro unitário é a relação entre os custos e o preço de venda, totalizando 43%. Esse lucro dificultava maiores investimentos no empreendimento, como exemplo, o aluguel de um ponto específico para produção. A estratégia de comissão reduzia os riscos de prejuízo da empresa, que já arcava com as perdas das empadas que os colaboradores não conseguiam vender. Eles tinham interesse em receber um pagamento fixo, porém não concordavam em se responsabilizar por vender todas as empadas que recebiam. Utiliza-se o termo pró-labore médio, uma vez que os empresários não conseguiram estabelecer um salário fixo, sendo que este variava mensalmente, entre R\$ 500,00 e R\$ 1000,00.

O marketing da +Paladar nos últimos meses de funcionamento da empresa passou a ser direcionado, principalmente, ao estímulo do empreendedorismo. Os sócios apoiavam negócios que estavam se formando e eventos que ocorriam na universidade, ou fora dela, desde que fossem iniciativas de estudantes. O marketing era desenvolvido através do Instagram e dos eventos dos quais os empreendedores participavam, também eram realizados sorteios e

divulgação através de influenciadores digitais, a fim de conquistar seguidores e novos clientes. Na Figura 13 apresentam-se empadas doadas em uma parceria com a organização da calourada do BCET, e na Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 14 visualiza-se os sócios e uma cliente em um sorteio realizado no Instagram.

Figura 13 – Empadas para a calourada do BCET.



Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 14 – Sorteio da +Paladar.



Fonte: Autoria própria (2020).

Conclusão

O principal desafio para a +Paladar foi a margem financeira insuficiente para sobrevivência do negócio e a indisponibilidade dos consumidores em arcar com eventuais aumentos. A experiência demonstrou aos proprietários a dificuldade de estabelecer um negócio para um público que não pode arcar com a proposta de valor. Mas outros desafios foram evidenciados e devem ser destacados reduzindo as dificuldades de futuros empreendedores universitários.

Os problemas gerados poderiam ter sido minimizados, caso os empreendedores tivessem realizado uma pesquisa de mercado, tal estudo poderia evidenciar as características do público, auxiliando na definição de um plano mais coerente com o ambiente de atuação. Ainda assim, a experiência se mostrou construtiva para os empresários, que adquiriram experiência empreendedora e desenvolveram networking. Promoveram contribuições também para toda comunidade acadêmica, que se beneficiou com as mentorias do GEGN e com o aumento da oferta dos lanches no campus da UFRB.

O perfil empreendedor torna-se cada vez mais importante para os universitários, independente do curso ou área de atuação. Além disso, promove benefícios para o mercado, o estudante que opta por iniciar um negócio ou desenvolver habilidades que possam ser aplicadas em outros empreendimentos. Nesse contexto, é interessante que toda comunidade acadêmica se una para o desenvolvimento de metodologias que estimulem o amadurecimento dessas características. A +Paladar construiu uma história, muitas outras empresas podem construir narrativas ainda mais marcantes, é necessário espaço e apoio para o empreendedorismo universitário.

Referências

CESAR, A. M. R. V. C. **Método do Estudo de Caso (Case Studies) ou Método do Caso (Teaching Cases)?** Uma análise dos dois métodos no Ensino e Pesquisa em Administração. Revista Eletrônica Mackenzie de Casos. São Paulo, v. 1, n. 1, 2005.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p.

JÚNIOR, A.B.L; PISA, B.J. **Administrando Micro e Pequenas Empresas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

LIMA, L.C; NASSIF, V.M.J; GARÇON, M.M. **O Poder do Capital Psicológico: A Força das Micro e Pequenas Empresas**. Crenças no Comportamento Empreendedor. Revista de Administração Contemporânea - RAC, v. 24, n. 4, art. 3, pp. 317-334, 2020.

OLIVEIRA, M. C.; PONTE, V. M. R. BARBOSA, J. V. B. **Metodologias de Pesquisa adotadas nos estudos sobre Balanced Scorecard**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 13, 2006. Belo Horizonte, 2006.

PORTO, G.S. **Gestão da inovação e empreendedorismo**. 1. ed. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. 472 p.

SPINA, C.A. **O Pitch (quase) perfeito**: (Mais) um guia prático de como conquistar investidores e clientes para seu negócio. Anjos do Brasil, 2012.

VALE, G.M.V; CORRÊA, V.S.; REIS, R.F. **Motivações para o Empreendedorismo: Necessidade versus Oportunidade**. Rio de Janeiro: RAC, v. 18, n. 3, art. 4, pp. 311-327. 2014.

Sobre os autores

Anaxsandra da Costa Lima Duarte

Professora CETEC/UFRB, Cruz das Almas-BA.
E-mail: anaxsandra@ufrb.edu.br

Bianca Sá Teles Andrade

Bacharela Ciências Exatas e Tecnológicas e Graduanda em Engenharia Civil. UFRB, Cruz das Almas-BA.
E-mail: bianca.sa7@gmail.com

Carlos Alberto Tosta Machado

Professor CETEC/UFRB, Cruz das Almas-BA.
E-mail: carlos.tosta@ufrb.edu.br

Cristiane Agra Pimentel

Professora CETENS/UFRB, Feira de Santana-BA.
E-mail: cristianepimentel@ufrb.edu.br

Edvane Leite Bacelar Pereira

Bacharela em Engenharia Mecânica, Cruz das Almas-BA.
E-mail: bacelar.edvane@gmail.com

Emily Rocha dos Santos

Bacharela Ciências Exatas e Tecnológicas. UFRB, Cruz das Almas-BA.
E-mail: milyrocha1@hotmail.com

Felipe Andrade Torres

Professor CETEC/UFRB, Cruz das Almas - BA.
E-mail: ftorres@ufrb.edu.br

Fernanda Cruz Sayd de Souza

Bacharela Ciências Exatas e Tecnológicas. UFRB, Cruz das Almas-BA.
E-mail: nanda.sayd@hotmail.com

Gustavo Rodrigues Lopes

Bacharel Ciências Exatas e Tecnológicas. UFRB, Cruz das Almas-BA.
E-mail: rlopes.gustavo@hotmail.com

Gilmar Emanuel Silva de Oliveira

Professor CETEC/UFRB, Cruz das Almas-BA.
E-mail: gilmaremanoel@ufrb.edu.br

Ivanoé João Rodowanski

Professor CETEC/UFRB, Cruz das Almas-BA.
E-mail: ivanoe@ufrb.edu.br

João Carlos Nunes Bittencourt

Professor CETEC/UFRB, Cruz das Almas-BA.
E-mail: joaocarlos@ufrb.edu.br

João Soares de Oliveira Neto

Professor CETEC/UFRB, Cruz das Almas-BA.
E-mail: jneto@ufrb.edu.br

Juliano Pereira Campos

Professor CETEC/UFRB, Cruz das Almas-BA.
E-mail: juliano@ufrb.edu.br

Laise Dias Silveira

Bacharelanda Ciências Exatas e Tecnológicas. UFRB, Cruz das Almas-BA.
E-mail: laisedias@hotmail.com

Layala Talita Carneiro de Matos

Bacharel Ciências Exatas e Tecnológicas. UFRB, Cruz das Almas-BA.
E-mail: talitamatos2013@gmail.com

Leandro Oliveira Cecchin

Bacharel em Ciências Exatas e Tecnológicas. UFRB, Cruz das Almas-BA.
E-mail: cecchinleandro@outlook.com

Marisa Soares da C. Santos

Bacharela Ciências Exatas e tecnológicas, CETEC/UFRB, Cruz das Almas-BA.

E-mail: marisapsc@hotmail.com

Paulo Victor Lopes

Bacharel Ciências Exatas e Tecnológicas. UFRB, Cruz das Almas-BA.

E-mail: victor_lopes18@hotmail.com

Rafael Santos Mercês

Bacharelado em Ciências Exatas e Tecnológicas, UFRB, Cruz das Almas-BA.

E-mail: rs_merces@hotmail.com

Rogelma Maria da Silva Ferreira

Professora CETEC, UFRB, Cruz das Almas-BA.

E-mail: rogelma.maria@ufrb.edu.br

Samuel Rebouças de Jesus

Bacharel em Ciências Exatas e Tecnológicas, UFRB, Cruz das Almas-BA.

E-mail: samuelreboucas07@hotmail.com

Sivanildo da Silva Borges

Professor CETEC, UFRB, Cruz das Almas-BA.

E-mail: ssborges@ufrb.edu.br

Tamiles Emily Nascimento Matos

Bacharela Ciências Exatas e Tecnológicas. UFRB, Cruz das Almas-BA.

E-mail: tam_matos@hotmail.com

Thaís da Silva Bitencourt

Bacharela em Engenharia Civil. UFRB, Cruz das Almas-BA.

E-mail: bitencourtthaiss@gmail.com

Vanessa Rebouças Santana

Bacharela em Ciências Exatas e Tecnológicas, CETEC, UFRB, Cruz das Almas-BA.

E-mail: nessareboucas@hotmail.com

Walber Conceição De Jesus Rocha

Bacharel em Ciências Exatas e Tecnológicas, UFRB, Cruz das Almas-BA.

E-mail: walber_jesus@hotmail.com

Essa obra reúne uma seleção de artigos originados a partir de estudos de trabalhos de conclusão de curso e pesquisas realizadas por estudantes do Bacharelado em Ciências Exatas e Tecnológicas, orientados pelos docentes do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Por conta da característica multidisciplinar do curso, é apresentado uma diversidade de temas envolvendo as Ciências Exatas e a Tecnologia dentre os quais se destacam: Física, Química, Computação, Robótica, Gestão e Empreendedorismo.

ISBN 978-65-87743-18-9



Editora UFRB