

ENGENHARIA: A MÁQUINA QUE CONSTRÓI O FUTURO

VOLUME X



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

Frederico Celestino Barbosa

Engenharia: a máquina que constrói o futuro

10^a ed.

Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre
Piracanjuba-GO

10ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Barbosa, Frederico Celestino
B238E Engenharia: a máquina que constrói o futuro

/ Frederico Celestino Barbosa. – Piracanjuba-GO

Editora Conhecimento Livre, 2022

156 f.: il

DOI: 10.37423/2022.edcl561

ISBN: 978-65-5367-189-8

Modo de acesso: World Wide Web

Incluir Bibliografia

1. desenvolvimento 2. projeto 3. construção I. Barbosa, Frederico Celestino II. Título

CDU: 620

<https://doi.org/10.37423/2022.edcl561>

O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

Corpo Editorial

Dr. João Luís Ribeiro Ulhôa

Dra. Eyde Cristianne Saraiva-Bonatto

MSc. Frederico Celestino Barbosa

MSc. Carlos Eduardo de Oliveira Gontijo

MSc. Plínio Ferreira Pires

Editora Conhecimento Livre

Piracanjuba-GO

2022

CAPÍTULO 1	6
SISTEMAS DE CORES TÁTEIS: ESTUDO COMPARATIVO DE SUAS VANTAGENS E LIMITAÇÕES PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA	
Taina Bueno	
Elton Moura Nickel	
Milton José Cinelli	
Milton Luiz Horn Vieira	
DOI 10.37423/220806373	
 CAPÍTULO 2	 25
ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DO LIXIVIADO DO ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE RIO BRANCO – ACRE	
Marcelo Victor de Assis Moraes	
Carlos Drumond do Nascimento Moraes	
Wilians Montefusco da Cruz	
Clarice Maia Carvalho	
Heloisa Pimpão Chaves	
Carolina de Lima Accorsi Montefusco	
Cydia de Menezes Furtado	
Rui Sant'Ana de Menezes	
Francisco da Silva Rebouças	
Osmar da Silva Torres	
DOI 10.37423/220806409	
 CAPÍTULO 3	 38
O PROBLEMA DO DESCARTE DA AREIA DE FUNDIÇÃO: ENSINO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	
Odney Carlos Brondino	
João Paulo Galdino da Silva	
Nair Cristina Margarido Brondino	
DOI 10.37423/220806413	
 CAPÍTULO 4	 55
SISTEMA GROOVED VERSUS SISTEMA SOLDADO	
Mateus Felipe Silva de Matos	
Kátia Maria de Souza	
DOI 10.37423/220806417	

CAPÍTULO 5	66
ANÁLISE DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE SÃO LUÍS DE MONTES BELOS – GOIÁS	
Victor Sousa Lino Pimenta	
Kátia Maria de Souza	
Ayramanna Carlos Souza da Silva	
DOI 10.37423/220806419	
CAPÍTULO 6	91
INOVAÇÃO EMPRESARIAL E O CONTEXTO POR MELHORIAS PRODUTIVAS	
Daniel Mantovani	
Luis Fernando Cusioli	
Driano Rezende	
Rafael Germano Dal Molin Filho	
DOI 10.37423/220806423	
CAPÍTULO 7	106
SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO NA LOGÍSTICA 4.0: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO	
Diogo Pedriali	
Carlos Hideo Arima	
Fabricio José Piacente	
DOI 10.37423/220806447	
CAPÍTULO 8	128
ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM CONJUNTO HABITACIONAL SERIADO DO TIPO QUITINETE	
Thalita Oliveira Brito	
Gabriel Alves de Oliveira Silva	
Kátia Maria de Souza	
DOI 10.37423/220806454	
CAPÍTULO 9	144
ALGORITMO DIDÁTICO PARA O MÉTODO DE GAUSS	
Augusto Massashi Horiguti	
Juliane Donadel	
DOI 10.37423/220806455	

Capítulo 1



10.37423/220806373

SISTEMAS DE CORES TÁTEIS: ESTUDO COMPARATIVO DE SUAS VANTAGENS E LIMITAÇÕES PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA

Taina Bueno

*Universidade do Estado de Santa Catarina
(UFSC)*

Elton Moura Nickel

*Universidade do Estado de Santa Catarina
(UDESC)*

Milton José Cinelli

*Universidade do Estado de Santa Catarina
(UDESC)*

Milton Luiz Horn Vieira

*Universidade Federal de Santa Catarina
(UFSC)*



1 INTRODUÇÃO

A deficiência visual é um tipo de deficiência sensorial que compromete a aquisição de informação por meio da visão, já que os canais sensoriais afetados são os da visão. Para suprir essa necessidade de se relacionar com o mundo exterior, pessoas cegas utilizam estímulos sensoriais não visuais, como o toque e a audição.

Para Ochaíta e Rosa (1995, p.1), “a carência ou a séria diminuição da captação da informação, por um canal sensorial da importância da visão, faz com que a percepção da realidade de um cego seja muito diferente da dos que enxergam. Boa parte da categorização da realidade reside em propriedades visuais que se tornam inacessíveis ao cego, mas isto não quer dizer que careça de possibilidades para conhecer o mundo ou para representá-lo; o que ocorre é que, para isto, deve potencializar a utilização dos outros sistemas sensoriais. Dois sentidos mostram-se, então, como especialmente importantes: o ouvido e o sistema háptico. O primeiro deles adquire, no cego, funções telereceptoras de grande importância, [...]. O tato, por sua vez, é o sentido que permite ao cego o conhecimento sensorial dos objetos animados e inanimados que constituem o ambiente”.

Neste momento, a pesquisa terá como foco o tato, embora cada sentido do corpo humano apresente possibilidades informativas distintas ajudando no processo de leitura e escrita. O tato vai além do conhecimento de objetos animados e inanimados.

Uma de suas maiores funções está relacionada à alfabetização e à compreensão do mundo exterior por meio da leitura e escrita. Embora hoje em dia existam outros meios de aprendizado devido ao advento da tecnologia, a base está relacionada sempre à dinâmica da alfabetização por meio do tato, ainda que leitores de áudio facilitem este processo. Para Ochaíta e Rosa (1995, p.1), a imagem da realidade que o cego percebe é diferente de um indivíduo vidente, ainda que esta maneira não deva ser considerada melhor ou pior, afinal cada estímulo sensorial vivido por um indivíduo - seja este estímulo auditivo, visual ou tátil - corresponde a uma estrutura anatômica de receptores sensoriais diferentes, e o desenvolvimento de suas habilidades perceptivas lhe são correspondentes também. Muito além do desenvolvimento do sentido tátil na forma biomecânica, deve-se ressaltar que este está intimamente ligado ao desenvolvimento psicológico, sendo assim, as habilidades cognitivas desenvolvidas por pessoas com deficiência visual podem não ser coincidentes às de um indivíduo vidente.

2 SISTEMA HÁPTICO OU TATO

O sistema háptico ou tato é considerado o sistema preservado mais importante para uma pessoa com deficiência visual e está intimamente ligado a estímulos sensoriais. É preciso diferenciar o tato passivo e ativo, sendo o primeiro a informação tátil recebida de forma não intencional, e o ativo na busca intencional pela informação por meio do toque (GIBSON, 1966). Por meio do toque ativo, muitas propriedades do ambiente adjacente podem ser percebidas na ausência de visão (GIBSON, 1962, p.477).

A questão da aquisição de conceitos ou conhecimento por cegos é referente a qualquer pessoa, com ou sem alterações sensoriais (BATISTA, 2005, p.10). Na percepção e processamento da informação mediante o tato e a visão, existem importantes diferenças: a captação da informação mediante o tato é muito mais lenta que a proporcionada pelo sistema visual, o que traz consigo uma explicação de caráter sequencial e que gera uma maior carga na memória de trabalho.

O tato constitui um sistema sensorial que tem determinadas características e que permite captar diferentes propriedades dos objetos, tais como temperatura, textura, forma e relações espaciais (OCHAITA; ROSA, 1995, p.1). A textura parece ter, para o tato, uma saliência perceptiva semelhante à da cor para a visão (WARREN, 1984 apud OCHAITA; ROSA, 1995, p.1). Dessa forma, as diferenças de textura são captadas pelo tato muito precocemente. Sendo assim, Ochaita e Rosa conclui que a respeito do desenvolvimento da percepção da forma dos objetos por meio do tato, os diferentes autores coincidem ao apontar que o movimento ou a atividade perceptiva autodirigida aumenta com a idade, o que torna possível um melhor reconhecimento dessas formas.

3 CORES E FORMAS

A cor, segundo Minardi (1994, p.3), “[...] é amplamente utilizada dentro da nossa linguagem como meio de comunicar não apenas as cores dos objetos, mas também como codificação em mapas, gráficos e outras exibições visuais. A cor é um aspecto importante na comunicação para e com cegos ou deficientes visuais. Existe uma necessidade de símbolos unitários simples que podem ser aplicados em tudo, desde mapas até vestuário. Existe também a necessidade de símbolos que possam ser gravados em fotografias para proporcionar contorno, forma e cor aos elementos ilustrados”.

Para Anczurowski (1987, p.1), a cor é um fator importante na comunicação entre videntes, usada em diversas áreas como em mapas, em desenhos da engenharia e em figuras geométricas usadas na

estatística. Contudo, ainda não se tem uma técnica adequada, como o Braille é para o alfabeto, que facilite o reconhecimento de cor para um deficiente visual.

Segundo Thomazi (2014, p.85) as misturas podem ser aditivas, que é a cor percebida diretamente da fonte luminosa; e subtrativas, que é a cor percebida a partir do reflexo da luz sobre uma superfície e estas encontram-se na composição de cores RGB, CMY e RYB. O RGB é a síntese aditiva e conhecida como cor luz, o CMY (Cyan, Magenta e Yellow) é a síntese subtrativa da composição e conhecida como cor pigmento e o RYB (Red, Yellow e Blue) é a síntese subtrativa da arte e conhecida como cor pigmento. A RYB também é conhecida como cores primárias (figura 1), que são cores que existem sem a mistura de cores e não podem se decompor em outras. Logo, as cores secundárias são a união de duas cores primárias para a formação de uma nova cor. Já a união de uma cor primária e uma cor secundária para a formação de uma nova cor é conhecida como cores terciárias.



Figura 1 – Disco Cromático

Fonte: <https://www.todamateria.com.br/cores-primarias/>

Na Teoria das Formas, segundo o autor Gomes Filho (2009, p.17), a arte se funda no princípio da pregnância da forma, ou seja, na formação de imagens, os fatores de equilíbrio, clareza e harmonia visual são considerados indispensáveis.

Para uma pessoa com deficiência visual, a harmonia visual de certa forma não seria tão importante, mas a clareza e a fácil percepção tátil sim. Segundo Kepes (1966, p.18), [...] o importante é perceber a forma por ela mesma, vê-la como “todos” estruturados, resultado de relações. Para Frutiger (2007, p.15), não há dúvida que as associações entre formatos diferentes estimulam muito mais e de modo imediato impulsos estéticos.

Na escola de psicologia experimental, a Escola Gestalt, Christian von Ehrenfels iniciou, ainda no século XIX, os estudos a cerca da psicologia Gestalt. Mais tarde, em 1910, iniciaram os estudos na Universidade de Frankfurt por Max Wertheimer, Wolfgang Kohler e Kurt Koffka. Segundo Gomes Filho (2009, p.18), o movimento gestaltista atuou principalmente no campo da teoria da forma, com contribuição aos estudos da percepção, linguagem, inteligência, aprendizagem, memória, entre outros.

Como leis básicas da Gestalt resultantes, estão: semelhança, proximidade, continuidade, pregnância, fechamento e unidade.

No Design Universal, estuda-se “Forma segue a função”, segundo Lidwell, Holden e Butler (2010, p.106) há duas maneiras de se interpretar esta máxima: a primeira sendo “como descrição de beleza ou receita para beleza” e a segunda como “a beleza resulta na pureza da função e da ausência de ornamentação”. Sendo a segunda, se limitando a considerar que a função deve ser mais importante que a estética. Ainda para os autores “os aspectos funcionais do design são menos subjetivos do que os estéticos e, assim, os critérios funcionais representam uma estética mais objetiva do que as alternativas”.

Segundo o site Acessibilidade Brasil, hoje a reprodução de gráficos, desenhos ou imagens é feita por meio de texturas, que podem ser de forma manual ou digital com o auxílio do programa brasileiro Monet e uma legenda com o nome da cor e/ou da informação em Braille para identificar que aquela textura pode ser de alguma determinada cor.

Este programa é compatível com o Braille Fácil, outro programa brasileiro, usado para textos.

Ambos os programas estão disponíveis para download gratuitamente.

4 MÉTODO

O método utilizado para dar suporte ao desenvolvimento do estudo foi a revisão integrativa sistemática. Segundo Ferenhof e Fernandes (2016, p.1), esse tipo de revisão é uma investigação científica que visa eliminar vieses por meio do planejamento e sistematização de busca(s) em base de dados científicas por estudos originais, sintetizando os resultados em um portfólio bibliográfico. Foi, então, formulada a seguinte questão de pesquisa para este estudo: Quais estudos apresentavam soluções para representação de cores em meio tátil para pessoas com deficiência visual? Ou seja, será que existiam códigos de cores, como o Braille é para a leitura, que facilitassem o entendimento das cores e pudessem ser usados em diversos meios por uma pessoa com deficiência visual?

A partir da definição do tema a ser pesquisado, organizou-se o processo da revisão integrativa sistemática a partir das etapas de coleta de dados, análise de dados e síntese. Foi observado nas primeiras buscas que não se encontravam artigos científicos que fizessem menção à criação de um código de cores para pessoas com deficiência visual, porém, percebeu-se que existiam patentes que mencionavam estes códigos. Então, na primeira parte do estudo, fez-se a identificação dos critérios de seleção e exclusão, determinando as palavras chave e os termos de pesquisa que seriam utilizados. Como critério de seleção, era necessário que as patentes apresentassem alguns destes itens:

- Apresentem soluções para várias cores, inclusive com a possibilidade de combinação de cores;
- Possam ser usados na aplicação em vários meios físicos como, por ex. vestuário.

E para critérios de exclusão, era necessário que as patentes não apresentassem estes itens:

- Não tenha relação com display, computador ou sistemas eletrônicos;
- Não tenha relação com o alfabeto;

As palavras chaves deveriam permitir a busca do tema proposto, por isso, foram selecionadas: *color*, *code*, *tactile*, *blind* e *patent*. De forma que elas obedecessem a seguinte *query*: *color AND code AND blind AND tactile symbols AND patent*. A pesquisa foi realizada no dia 20 de fevereiro e foi definido que não teria data pré-estabelecida e a busca realizada no Google *Patents*. Na busca foram encontradas 654 patentes, não se conseguiu diminuir este número pela limitação nos operadores lógicos Booleanos do Google *Patents*.

Para a seleção dos artigos que interessavam o escopo da pesquisa, usaram-se os parâmetros de inclusão e exclusão previamente definidos e a criação de três filtros que serviriam para conhecer o conteúdo dos artigos a serem analisados. Estes filtros foram: (a) a leitura do título da patente, (b) a leitura do resumo, (c) a leitura completa da patente.

Além da busca inicial com a *query*, também se utilizou as citações de pesquisas encontradas em patentes faziam pesquisas parecidas. Das patentes encontradas, cinco foram selecionadas para análise, entre elas *Colour code for visually impaired people*, *Tactile symbols for color recognition*, *Tactile symbols for colour recognition by blind or visually impaired persons*, *Tactile Relief Films, Decals and Stickers for Indicating Object Characteristics* e *Representation of Color for Blind Persons*. Outras patentes que interessavam a pesquisa foram descartadas por não apresentarem imagens de como funcionavam os sistemas para a análise, são elas *Colour-code marking of items*, *Method for Simulation of Colours and Associated Articles for Blind* e *Method for Producing a Printed Product with*

Representation of a Graphic Object that is Perceptible to the Blind r Partially Sighted by Touch, and Printed Product Produced by this Method.

Nas patentes, descobriu-se a denominação por classe. No caso da pesquisa, foram utilizadas patentes que pertenciam as classes G09B21/003 *Teaching or communicating with blind persons using tactile presentation of the information, e.g.*

Braille displays e também G09B19/0023 *Colour matching, recognition, analysis, mixture or the like.*

O propósito deste artigo foi, então, avaliar de forma sistemática patentes de sistemas de cores que podem ser uma alternativa viável ao Braille para o reconhecimento de cor em diversos meios.

5 SISTEMA DE CORES

5.1 FEELIPA

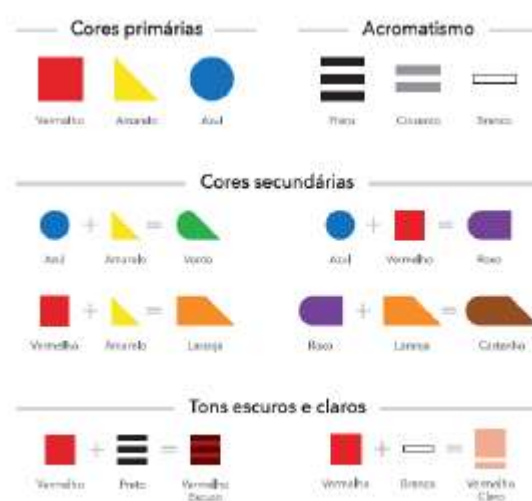


Figura 2 – *Colour code for visually impaired people*

Fonte: www.feelipa.com

O Feelipa (figura 2) é um sistema de cores, no qual a sua patente foi requerida em 2013. O resumo do documento *Colour code for visually impaired people* (WO 2013137757 A1) apresenta as seguintes informações acerca do sistema: O código de cores para pessoas com deficiência visual que foi desenvolvido para auxiliar os deficientes visuais, seja totalmente cego, com visão subnormal, cego ou com qualquer outra incapacidade ou limitações relacionadas aos olhos, consistindo de um processo de compreensão e reconhecimento de cores por meio da associação simples de formas geométricas universais. Estas formas podem ser aplicadas em quase todos os materiais, aumentando assim a autonomia das pessoas com deficiência visual. Suas principais características são a memorização fácil

e o reconhecimento sem esforço das formas que, agregadas de acordo com um raciocínio lógico e simples, assim como a associação de cores na Síntese Aditiva da Cor, são sempre apresentadas em alto relevo, para permitir melhor reconhecimento tátil. A grande vantagem desta invenção é que torna possível o reconhecimento de cores e seus respectivos tons em qualquer lugar do mundo, por meio de sua correspondência com certas formas geométricas e linhas que podem ser adicionadas a eles.

5.2 MINARDI

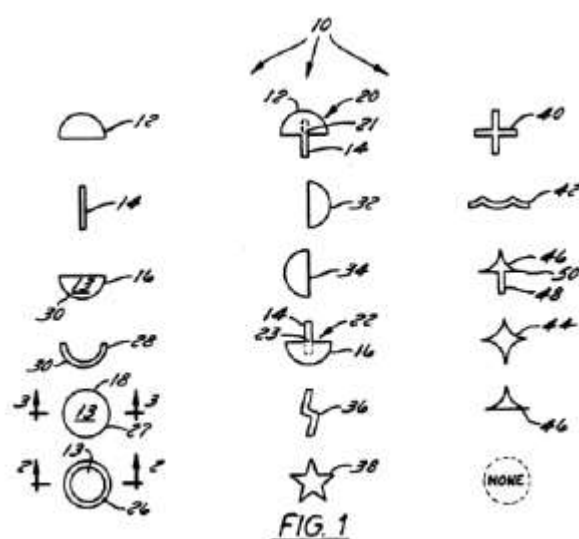


Figura 3 – *Tactile symbols for color recognition*

Fonte: Patente US 5286204 A

O Minardi (figura 3) é um sistema de cores no qual a sua patente foi requerida em 1994. O resumo do documento *Tactile symbols for color recognition* (US 5286204 A) apresenta as seguintes informações acerca do sistema: Símbolos táteis para o reconhecimento de cor por pessoas com deficiência visual compreendendo uma superfície acima da qual um símbolo de cor é elevado substancialmente paralelo à primeira superfície. A superfície elevada do símbolo unitário é contínua, de modo que as pessoas possam identificar o símbolo pelo toque.

5.3 VANKRINKELVELDT

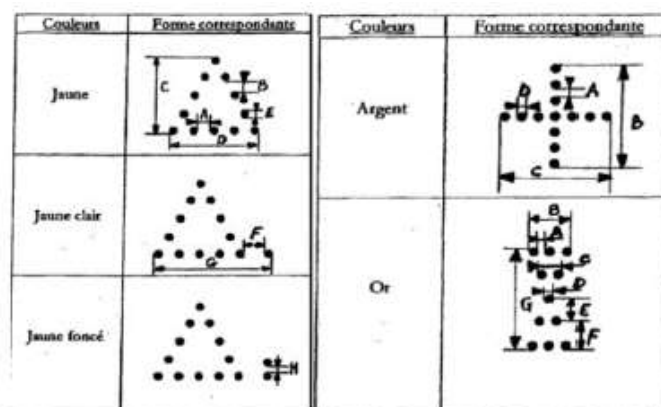


Figura 4 – Tactile symbols for colour recognition by blind or visually impaired persons

Fonte: Patente EP 1318494 A1

O Vankrinkelveldt é um sistema de cores no qual a sua patente foi requerida em 2003. O resumo do documento *Tactile symbols for colour recognition by blind or visually impaired persons* (EP 1318494 A1) apresenta as seguintes informações acerca do sistema: A invenção refere-se a um método para aplicar uma forma geométrica num suporte, em que a referida forma é selecionada a partir de um conjunto de formas geométricas, cada um associado a uma única cor predeterminada e o alívio é aplicado sobre a referida apoiando um conjunto de sinais ocasionais constituindo a forma, para permitir a percepção tátil da cor associada com a forma.

5.4 BAKLANOV

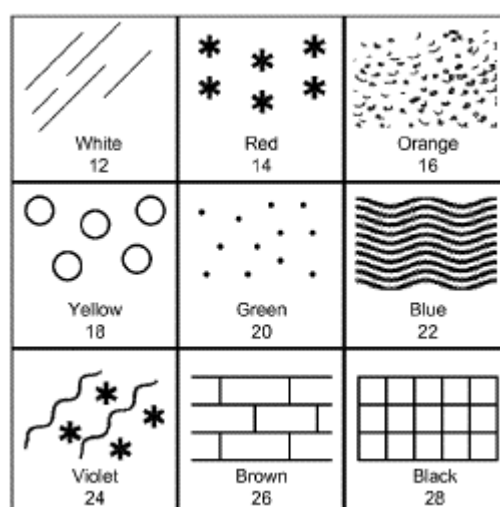


Figura 5 – Tactile Relief Films, Decals and Stickers for Indicating Object Characteristics

Fonte: Patente US 8672680 B2

O Baklanov é um sistema de cores no qual a sua patente foi requerida em 2014. O resumo do documento *Tactile Relief Films, Decals and Stickers for Indicating Object Characteristics* (US 8672680 B2) apresenta as seguintes informações acerca do sistema: É um sistema de etiquetas, decalques e/ou molde de relevo tátil para indicar as características em relação a cor do objeto. O sistema pode incluir uma pluralidade de adesivos.

Cada adesivo pode ter uma primeira e uma segunda camada de textura, sendo a segunda oposta à primeira. Cada adesivo pode ter uma textura correspondente a uma cor de acordo com a correspondência predeterminada para uma cor. A segunda superfície pode ter um adesivo aplicado ao mesmo.

5.5 ANCZUROWSKI

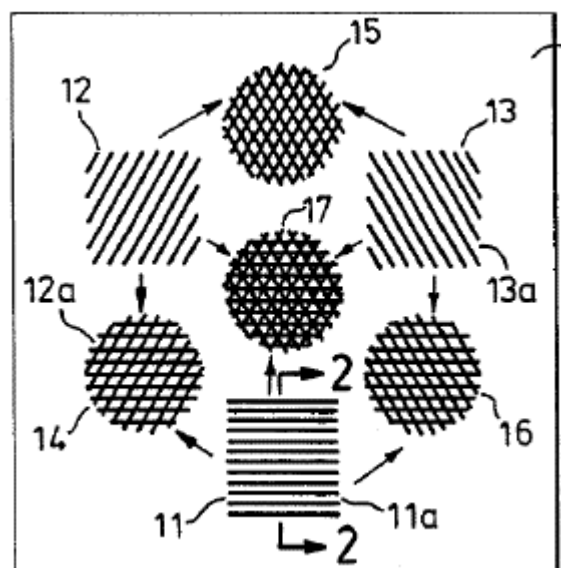


Figura 6 – Representation of Color for Blind Persons

Fonte: Patente US 4650421

O Anczurowski é um sistema de cores no qual a sua patente foi requerida em 1987. O resumo do documento *Representation of Color for Blind Persons* (US 4650421) apresenta as seguintes informações acerca do sistema: O primeiro conjunto de linhas paralelas representa a primeira cor, um segundo conjunto de linhas paralelas orientadas numa segunda direção representa a segunda cor e um terceiro conjunto de linhas paralelas orientadas numa terceira direção representa a terceira cor. As três cores são diferentes entre si (magenta, ciano e amarelo) e, quando misturadas em combinações diferentes, fornecem outras cores (verde, roxo e vermelho), podendo ser derivado por

várias combinações de duas das três cores básicas e preto em todos. As três direções são diferentes uma da outra, por exemplo, horizontal, 60° e 120°.

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Em relação à simplicidade da forma, para Minardi (1994, p.3), “existe uma necessidade de símbolos unitários simples que podem ser aplicados em tudo, desde mapas até vestuário. Existe também a necessidade de símbolos que possam ser gravados em fotografias para proporcionar forma e cor aos elementos ilustrados”.

6.1 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

O autores a seguir apresentam o funcionamento de cada sistema em texto corrido, porém, para fins didáticos, será apresentado na forma de itens ressaltando as principais características do sistema.

FEELIPA (2013)

- **1º conjunto:** apresenta três formas geométricas básicas (círculo, quadrado e retângulo) que representam cores primárias;
- **2º conjunto:** apresenta a combinação das três formas geométricas básicas que representam as cores primárias. Essas formas, quando misturadas entre si, formam as cores secundárias, apresentando três novas formas geométricas (pela junção) e um relevo que apresenta preenchimento total da forma;
- **3º conjunto:** apresenta solução para cores claras, normalmente criado pela mistura da cor com o branco, é formado pela figura referente à cor mais uma linha logo abaixo da forma geométrica;
- **4º conjunto:** apresenta solução para cores escuras, normalmente criado pela mistura da cor com o preto, é formado pela figura referente à cor mais três linhas em cima da forma geométrica;
- **5º conjunto:** apresenta três formas geométricas que representam cores acromáticas, são elas: preto, branco e cinza;
 - Todas as formas apresentam relevo com preenchimento total da forma;
 - A adição das formas geométricas se dá de maneira congruente;
 - Para utilização por pessoas com deficiência visual, as formas geométricas devem ser gravadas de forma tridimensional e/ou alto-relevo;
 - Por fim, o autor sugere a aplicação não apenas em imagens, mas em todo o resto que necessitar uma diferenciação ou explicação de cor (vestuário, papelaria, acessórios, etiquetas, mobiliário, sinalética, livros, entre outros).

MINARDI (1994)

- **1º conjunto:** apresenta três formas geométricas que representam cores primárias e que o relevo apresenta preenchimento total da forma;
- **2º conjunto:** apresenta a combinação das três formas geométricas que representam as cores primárias que misturadas entre si formam as cores secundárias, apresentando quatro novas formas geométricas secundárias (pela junção das primárias) e o relevo apresenta preenchimento total da forma;
- **3º conjunto:** apresenta solução para cores claras normalmente criado pela mistura da cor com o branco, é formado pela figura referente à cor, porém, o seu relevo apresenta apenas o preenchimento do contorno;
- **4º conjunto:** apresenta oito formas geométricas que representam cores que o autor cita como complexas, são elas: marrom, magenta, prata, ouro, bronze, cor de água “*water color*”, preto e cinza.

O relevo apresenta preenchimento total da forma;

- A adição das formas geométrica se dá de forma congruente;
- As formas geométricas são invariante rotativamente;
- Para utilização por pessoas com deficiência visual, as formas geométricas devem ser gravadas de forma tridimensional e/ou alto-relevo;
- Se a imagem fornecer mais de uma cor, para categorizar, é necessário a utilização de uma linha em alto-relevo que faça o contorno em torno das cores para que seja compreendido os limites da referida cor;
- Qualquer área que não tenha formas geométricas é considerada branca;
- A matriz para a criação das formas geométricas foram as formas geométricas básicas (círculo, quadrado e pirâmide);

Por fim, o autor sugere a aplicação não apenas em imagens, mas em todo o resto que necessitar uma diferenciação ou explicação de cor (vestuário, imagens, entre outros).

VANKRINKELVELDT (2003)

- **1º conjunto:** apresenta diversas formas geométricas e cada uma é associada a uma cor predeterminada a fim de permitir uma percepção tátil da cor associada a referida forma;
- **2º conjunto:** apresenta formas geométricas que se formam pelo relevo de pontos, seguindo o mesmo conceito da escrita em Braille, com exceção das cores pretas e brancas que apresentam relevo em toda a sua forma;

- **3º conjunto:** apresenta solução para cores claras normalmente criado pela mistura da cor com o branco, é formado por um ponto alinhado ao ponto base na lateral direita da figura geométrica;
- **4º conjunto:** apresenta solução para cores escuras normalmente criado pela mistura da cor com o preto, é formado por dois pontos, um em cima do outro, alinhado ao ponto base na lateral direita da figura geométrica;
- **5º conjunto:** apresenta catorze formas geométricas associadas a cores;
 - Para o autor, a utilização de uma única forma geométrica para indicar a cor reduz o espaço se comparado ao Braille;
 - A associação com a forma facilita a leitura independente do idioma;
 - Para o autor, é possível combinações de formas geométricas simples para formar outras formas geométricas originando novas cores, seguindo o esquema da matriz de cores;
 - Para utilização por pessoas com deficiência visual, as formas geométricas devem ser gravadas de forma tridimensional e/ou alto-relevo;
 - Por fim, o autor sugere a aplicação não apenas em imagens, mas em todo o resto que necessitar uma diferenciação ou explicação de cor (vestuário, imagens, desenho industrial, papelaria, entre outros).

BAKLANOV (2014)

Os adesivos táteis tornam possível o reconhecimento de cores, podendo ser aplicado em variados objetos. O material deve ser transparente para que uma pessoa vidente possa ver a cor e aplicados pós-produção não devendo interferir no funcionamento adequado do objeto. Deve ser maleável com uma camada autocolante.

- **1º conjunto:** Em relação ao mapeamento de cores, uma das primeiras indicações em relação à textura é que ela se pareça com o objeto a que está identificando. Se for a cor laranja que se deseja determinar, a textura será similar a de uma laranja;
- **2º conjunto:** a patente já define nove cores e estão representadas na figura 5. As cores são o branco, o vermelho, o laranja, o amarelo, o verde, o azul, o violeta, o marrom e o preto. Para o branco é usada a textura polida com relevo de linhas, símbolos na parte superior. Para o vermelho é usado pequenos asteriscos. Para o laranja, uma textura similar a da fruta laranja. Para o amarelo, círculos rebaixados. Para o verde, textura semelhante a pele de pepino. Para o azul, linhas onduladas e o espaçamento entre elas podendo indicar a matiz. Para o violeta, linhas onduladas intercaladas com asteriscos. Para o marrom, padrão de alvenaria e por fim, para o preto, textura de treliça;

- **3º conjunto:** Para pessoas videntes, o adesivo tátil pode ser usado na identificação do objeto no escuro, usando materiais fosforescentes em sua produção;
- **4º conjunto:** a textura pode se apresentar de forma positiva (com relevo para cima) ou de forma negativa (com rebaixamento).

ANCZUROWSKI (1987)

O sistema apresenta a cor por sobreposição de dois ou mais conjuntos de linhas, para que sejam entendidas cores diferentes, apresentando-se de forma paralela entre si. A linha do primeiro sentido apresenta uma cor e dos demais sentidos outras cores.

- **1º conjunto:** Cada cor primária é representada por um conjunto de linhas paralelas e os vários conjuntos estão orientados em ângulos diferentes um dos outros;
- **2º conjunto:** As linhas possuem os ângulos 0º representando a cor magenta, 60º representando a cor ciano e 120º representando a cor amarela. A combinação destas linhas formam outras cores, como por exemplo ciano e magenta (0º e 60º) formando a cor roxa. Dessa mesma forma podem ser representadas outras cores (roxo, verde e vermelho);
- **3º conjunto:** Para a representação da cor preta os três conjuntos de linhas devem estar sobrepostos uns aos outros.

6.2 ANÁLISE E DISCUSSÃO

Para coleta de dados, a primeira etapa consistiu na decupagem dos sistemas de cores para analisar os aspectos mais importantes. Foram apresentados cinco sistemas, sendo eles: Feelipa, Minardi, Vankrinkelveldt, Baklanov e Anczurowski. Destes cinco sistemas, os que mais se assemelham são o Feelipa e Minardi. Embora Vankrinkelveldt apresente soluções geométricas como os outros, ele difere na criação de novas cores. Já os sistemas Baklanov e Anczurowski se diferem dos demais ao apresentarem texturas para diferenciar as cores. A seguir serão apresentados os sistemas conforme suas semelhanças, correlacionando-os entre si.

O sistema Feelipa apresenta as três formas básicas representando as cores primárias, assim como o Minardi. Na junção por combinação de duas formas primárias, cria-se uma nova forma e também uma nova cor, seguindo o mesmo modelo do círculo cromático, sendo cores primárias formando cores secundárias e uma cor primária com uma secundária formando uma cor terciária. O sistema Minardi apresenta, também, a solução para cores que não se obtém combinando as cores do círculo cromático,

o autor apresenta oito formas geométricas que representam cores complexas. O sistema Vankrinkelveldt, apesar de também se basear em formas geométricas, utiliza um sistema semelhante ao Braille, com a criação das formas básicas por meio de pontos. O autor apresenta também uma solução para cores complexas, porém a questão de união das formas para a criação de uma nova cor não se mostra muito clara. O sistema Feelipa não apresenta uma solução para essas cores complexas. O sistema Vankrinkelveldt e Feelipa apresentam uma solução para tons claros e escuros de uma mesma cor, no caso do Feelipa apresentando traços que podem vir por cima ou por baixo da cor, dependendo se ele será claro ou escuro, já no caso do sistema Vankrinkelveldt apresenta um ponto ou dois pontos dependendo se será claro ou escuro. O Minardi apresenta apenas a previsão de tons claros, mudando o tipo do relevo.

Em essência, o Feelipa apresenta relevo em todo o preenchimento da forma, o Minardi apresenta tanto preenchimento da forma como apenas relevo das bordas e o Vankrinkelveldt apresenta as formas geométricas por meio de um contorno de pontos.

Os sistemas Baklanov e Anczurowski apresentam soluções com diferentes tipos de relevo não correlacionando as cores a um objeto geométrico.

O Anczurowski se assemelha aos demais sistemas geométricos, pois apresenta uma textura fixa para cada cor e, conseqüentemente, apresenta, a junção de texturas para a criação de uma nova cor.

Contudo, diferente dos demais, esse sistema não deixa claro uma previsão para outras cores e para tons claros e escuros, podendo ser considerado um ponto falho. De todos os sistemas avaliados Baklanov é que se apresenta mais diferente, apesar de apresentar texturas como o Anczurowski, ele já tem pré-definidas nove cores que não necessariamente formam outras por meio de junção. Em relação às cores, o sistema tenta apresentar texturas semelhante à cor, como a cor laranja e a textura da fruta laranja. Como o Anczurowski, o sistema não apresenta previsão para outras cores e para tons claros ou escuros, além disso, uma vez que as cores são pré-definidas, o usuário terá que decorar todas as cores, podendo ser considerado um ponto falho junto as outras faltas que o sistema apresenta.

Segundo Gibson (1962, p.477) o toque ativo é um sentido exploratório e o que acontece em seus dedos depende dos movimentos que ele faz e também, obviamente, do objeto que ele toca. Logo, eles aprimoram algumas características de estimulação e outras reduzem, sendo assim os movimentos dos dedos são parecidos com os movimentos dos olhos, podendo dizer que esse movimento é uma varredura tátil em analogia a varredura tátil.

Logo, para Gibson, o fato de haver uma intenção na hora de usar o sistema tátil já se facilita o processo de leitura e a identificação do que ali pode estar representando. Embora haja essa diferença de relevo das formas, acredita-se que todos funcionem para uma percepção tátil.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todos os cinco sistemas apresentam uma solução para a caracterização da cor em diversos tipos de suportes que podem funcionar. Embora o Feelipa seja o mais novo deles, acredita-se que falta a previsão para cores mais complexas, porém suas formas são de boa pregnância e o sistema da união das formas facilita na hora de não precisar reconhecer uma nova forma geométrica que tenha características muito diferentes. Apesar do Minardi ser anterior, ele apresenta a solução tanto para as cores complexas e na união das formas, faltando uma previsão para cores escuras. E o Vankrinkelveldt, se comparado a esses dois sistemas anteriores, torna-se um pouco complexo devido à necessidade da aprendizagem das formas geométricas de cada cor, porém, por ser próximo ao Braille, poderia facilitar a adaptação de uma pessoa com deficiência visual. Os últimos dois sistemas analisados apresentam, sim solução para identificação de cores, mas falhos se forem comparados aos outros sistemas que apresentam a geometria como princípio principal. O sistema Baklanov seria um bom sistema a ser melhorado, acredita-se que ele cumpre sua função, porém faltam detalhes que poderiam melhorá-lo, mas é um sistema com bom potencial.

O pesquisador sugere para pesquisas futuras um experimento com pessoas com deficiência visual, justamente para comprovar estas questões levantadas na comparação entre os sistemas e também para buscar perceber qual sistema seria melhor de acordo com a percepção do usuário.

Como resultado parcial, acredita-se que ambos os sistemas funcionem bem, porém os que apresentam uma maior facilidade aparente de aprendizagem seriam o Feelipa, Minardi e Baklanov, sendo o Minardi um sistema que se mostra um pouco mais elaborado em relação aos demais, enquanto os sistemas Vankrinkelveldt e Anczurowski necessitariam de uma memorização maior por parte do usuário.

Acredita-se que esta pesquisa tenha gerado uma boa discussão para se determinar um sistema de cores que facilite a percepção das cores por pessoas com deficiência visual e também a possível autonomia na hora escolher produtos que se necessita saber a cor. Um sistema de cor poderia ter um melhor aproveitamento em relação ao que é usado agora com o Braille.

AGRADECIMENTOS

Esse trabalho foi realizado durante o mestrado em Design pela Universidade do Estado de Santa Catarina/UDESC financiado com uma bolsa de estudos fornecida pela CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior vinculada ao Ministério da Educação (MEC) do Brasil.

BIBLIOGRAFIA

ACESSIBILIDADE BRASIL. Instituto Benjamin Constant lança o programa MONET – gerador de gráficos táteis. Disponível em:

<<http://www.acessibilidadebrasil.org.br/joomla/noticias/666-instituto-benjamin-constant-lanca-oprograma-monet-gerador-de-graficos-tateis>>. Acesso em 18 Nov. 2016.

ACESSIBILIDADE BRASIL. Monet. Disponível em:

<<http://www.acessibilidadebrasil.org.br/joomla/softwares?id=685>>. Acesso em 18 Nov. 2016.

ANCZUROWSKI, E., inventor. Representation of Color for Blind Persons. US patente US 4650421. 1987 May. 17. Disponível em:

<<https://patentimages.storage.googleapis.com/pdfs/e87b466cb039c01cb7e7/US4650421.pdf>>. Acesso em: 18 Nov. 2016.

BATISTA, C. G.. Formação de Conceitos em Crianças Cegas: Questões Teóricas e

Implicações Educacionais. Psicologia: Teoria e Pesquisa Jan-Abr 2005, Vol. 21 n. 1, pp. 007-015.

Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/ptp/v21n1/a03v21n1.pdf>>. Acesso em 15 Nov. 2016.

BAKLANOV, D., inventor. Tactile Relief Films, Decals and Stickers for Indicating Object Characteristics. US patente US 8672680 B2. 2014 Mar. 18. Disponível em:

<<https://docs.google.com/viewer?url=patentimages.storage.googleapis.com/pdfs/US8672680.pdf>>. Acesso em: 18 Nov. 2016.

COOPER, H, L. A brief of Tactile Writing Systems for Readers with Blindness and Visual Impairments. Disponível em: < <http://www.tsbvi.edu/seehear/spring06/history.htm>>. Acesso em 13 Nov. 2016.

FRUTIGER, A. Sinais e Símbolos: Desenho, projeto e significado. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

GIBSON, J, J. The senses considered as perceptual systems. Oxford, England: Houghton Mifflin. 1966 . pp.

GIBSON, J, J. Psychological Review: observations on active touch. Vol. 69, nº6.

Cornell University, England. Nov. 1962.

Disponível em:

[http://wexler.free.fr/library/files/gibson%20\(1962\)%20observations%20on%20active%20touch.pdf](http://wexler.free.fr/library/files/gibson%20(1962)%20observations%20on%20active%20touch.pdf) . Acesso em: 16 Nov. 2016.

GOMES FILHO, J. Gestalt do objeto: sistema de leitura visual. 9ª ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2009.

IBC – Instituto Benjamin Constant. Disponível em: <<http://www.ibc.gov.br/?itemid=10235>>. Acesso em: 27 Jan. 2016.

KEPES, G. Module, proportion, symmetry, rhythm. Nova York: George Brasiller, 1966.

LAPLANE, A. L. F.; BATISTA, C. G. (2003). Um estudo das concepções de professores de ensino fundamental e médio sobre a aquisição de conceitos, aprendizagem e deficiência visual [Resumo]. Associação Brasileira de Pesquisadores em Educação Especial (Org.), Anais do I Congresso Brasileiro de Educação Especial, IX Ciclo de Estudos sobre Deficiência Mental, (pp. 14-15). São Carlos: UFSCar. Disponível em:

<<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0456-1.pdf>> . Acesso em 15 Nov. 2016.

MCCALL, S.; MCLINDEN, M.. Accessing The National Literacy Strategy: The use of Moon with Children in the United Kingdom with a Visual Impairment and Additional Learning Difficulties.

The British Journal of Visual Impairment, n.19, p. 7-16, 2001.

MINARDI, M. J., inventor; Touch Books, Inc., cessionário. Tactile symbols for color recognition. US patente US 5286204 A. 1994 Fev. 15. Disponível em:

<<https://www.google.com/patents/US5286204>>. Acesso em: 18 Nov. 2016.

NOGUEIRA, F. S. A. P., inventor; Faculdade de Arquitectura, cessionário. Colour code for visually impaired people. WIPO patente WO 2013137757 A1. 2013 Set. 19. Disponível em:

<<https://www.google.com/patents/WO2013137757 A1?cl=en>>. Acesso em: 18 Nov. 2016.

OCHAITA, E.; ROSA, A. Percepção, ação e conhecimento nas crianças cegas. Disponível em:

<http://www.diversidadeemcena.net/artigo03.htm> . Acesso em 09 Nov. 2016.

RNIB – Royal National Institute of Blind People. Disponível em: <<http://www.rnib.org.uk/braille-and-moon-tactilecodes/moon>>. Acesso em: 06 Nov. 2016.

THOMAZI, P. T. A contribuição dos objetos de aprendizagem para o ensino da teoria da cor na educação a distância. Revista Intersaberes, vol. 9,n.17, p. 81-97, jan. – jun. 2014, ISSN 1809–7286.

Disponível em:

<<http://uninter.com/intersaberes/index.php/revista/article/download/506/371>>. Acesso em: 20 Nov. 2016.

VANKRINKELVELDT, M., inventor; Hyper Tactile Colour Code ASBL, cessionário. Tactile symbols for colour recognition by blind or visually impaired persons. EP patente EP1318494 A1. 2003 Jun. 11. Disponível em:

<<https://www.google.com/patents/EP1318494A1?cl=en&hl=pt-BR>>. Acesso em: 18 Nov. 2016.

Capítulo 2



10.37423/220806409

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DO LIXIVIADO DO ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE RIO BRANCO – ACRE

Marcelo Victor de Assis Moraes

Universidade Federal do Acre – UFAC

Carlos Drumond do Nascimento Moraes

Instituto Federal de Rondônia – IFRO

Wilians Montefusco da Cruz

Instituto Federal do Acre – IFAC

Clarice Maia Carvalho

Universidade Federal do Acre – UFAC

Heloisa Pimpão Chaves

Universidade Federal do Acre – UFAC

Carolina de Lima Accorsi Montefusco

Universidade Federal do Acre – UFAC

Cydia de Menezes Furtado

Universidade Federal do Acre – UFAC

Rui Sant'Ana de Menezes

Universidade Federal do Acre – UFAC

Francisco da Silva Rebouças

Universidade Federal do Acre – UFAC

Osmar da Silva Torres

Universidade Federal do Acre – UFAC

Resumo: Os aterros sanitários são uma alternativa viável para a destinação de resíduos sólidos, no entanto, não são capazes de sanar todos os problemas relacionados à disposição destes resíduos. Este trabalho avaliou as características físico-químicas e microbiológicas do lixiviado do aterro sanitário do município de Rio Branco - Acre, tratado por lagoas de estabilização. Foram feitas duas coletas (jul/2018 e nov/2018). Os pontos de coleta foram na saída de cada unidade do sistema de tratamento. Os parâmetros analisados foram Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), nitrogênio amoniacal, cloretos, sulfatos, fósforo, Oxigênio Dissolvido (OD), pH, óleos e graxas e coliformes termotolerantes. Comparou-se os resultados com a Resolução CONAMA N° 430/2011. A maioria dos parâmetros estavam fora dos padrões, e apenas os valores de pH e óleos e graxas se enquadraram. Foram observadas diferenças entre os períodos de estiagem e chuvoso. O lixiviado não é tratado de maneira adequada no aterro sanitário de Rio Branco.

Palavras chave: Resíduos sólidos. Efluente. Lagoas de estabilização.

1. INTRODUÇÃO

A crescente concentração populacional em áreas urbanas e o consequente aumento da produção de resíduos domésticos e industriais vêm gerando muitos problemas relacionados à forma de disposição desses resíduos e, conseqüentemente, em relação a contaminação de solos e águas subsuperficiais (ELIS; ZUQUETTE, 2017).

O Brasil produz, diariamente, cerca de 214 mil toneladas de resíduos sólidos, sendo que quase a totalidade destes é disposta no solo, seja em forma de aterros sanitários, aterros controlados ou vazadouros a céu aberto (ABRELPE, 2014).

Nos aterros, os resíduos se decompõem dando origem ao lixiviado, que é um líquido de coloração escura, considerado o problema mais grave em relação à operação de aterros sanitários, tendo como características alta concentração de matéria orgânica e compostos inorgânicos de difícil degradação (KAWAHIGASHI, 2014). Em vista desses poluentes, os lixiviados são potencialmente adversos ao ambiente e podem contaminar o solo e as águas subterrâneas e superficiais, caso não sejam tratados de forma eficiente anteriormente ao seu lançamento (LI et al., 2009; KATTEL; TRAPIDO; DULOVA, 2016; ZHAI et al., 2016).

Os lixiviados dos aterros sanitários que necessitam ser tratados adequadamente possuem uma variabilidade nas suas características ao longo da operação de um aterro, que tornam as técnicas de tratamento tradicionais pouco eficientes ou muito onerosas (MANNARINO, 2013), sendo que o sistema de lagoas em série é o mais utilizado, devido a sua alta capacidade de remoção de matéria orgânica (CONDE; STACHIW; FERREIRA, 2014).

As resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) N^o 430/2011 e N^o 357/2005 (BRASIL, 2005; BRASIL, 2011) determinam as condições e padrões de lançamento de efluentes de acordo com o enquadramento do corpo receptor, os quais somente poderão ser lançados após o devido tratamento.

A destinação final dos resíduos urbanos, bem como o devido tratamento de seus produtos (gás metano e lixiviado) de forma econômica e segura, não deixando de lado a eficácia e eficiência do processo de tratamento é um dos desafios da administração pública (GREGÓRIO, 2013). Os insucessos obtidos não só no Brasil, mas no mundo inteiro, apontam para a necessidade de se repensar as estratégias até aqui adotadas (GOMES, 2009).

Na cidade de Rio Branco, estado do Acre, até 2008, todo resíduo produzido era despejado em um lixão irregular, que se constituiu em um local de risco devido aos gases gerados e ao alto nível de poluição do solo. Tendo em vista o caráter de urgência de uma nova solução, em 2009, foi inaugurada a Unidade de Tratamento de Resíduos Sólidos (UTRE) (PMRB, 2019).

Na UTRE, os resíduos são depositados nas células do aterro, e o líquido da decomposição da matéria orgânica é levado para as lagoas de estabilização através de uma rede de tubulações. O sistema de tratamento é composto por 5 pontos: a Calha Parshall, seguido pelas lagoas anaeróbicas, facultativas e de maturação e por fim a zona de mistura, onde o efluente tratado é despejado no Igarapé Quinoá. A Prefeitura Municipal de Rio Branco optou pelo sistema de lagoas de estabilização, pois o mesmo é amplamente utilizado no Brasil e proporciona um tratamento que atende à legislação vigente, com a vantagem de ter fácil operação, baixo custo de manutenção e ser adequado a regiões com altas temperaturas (PMRB, 2008).

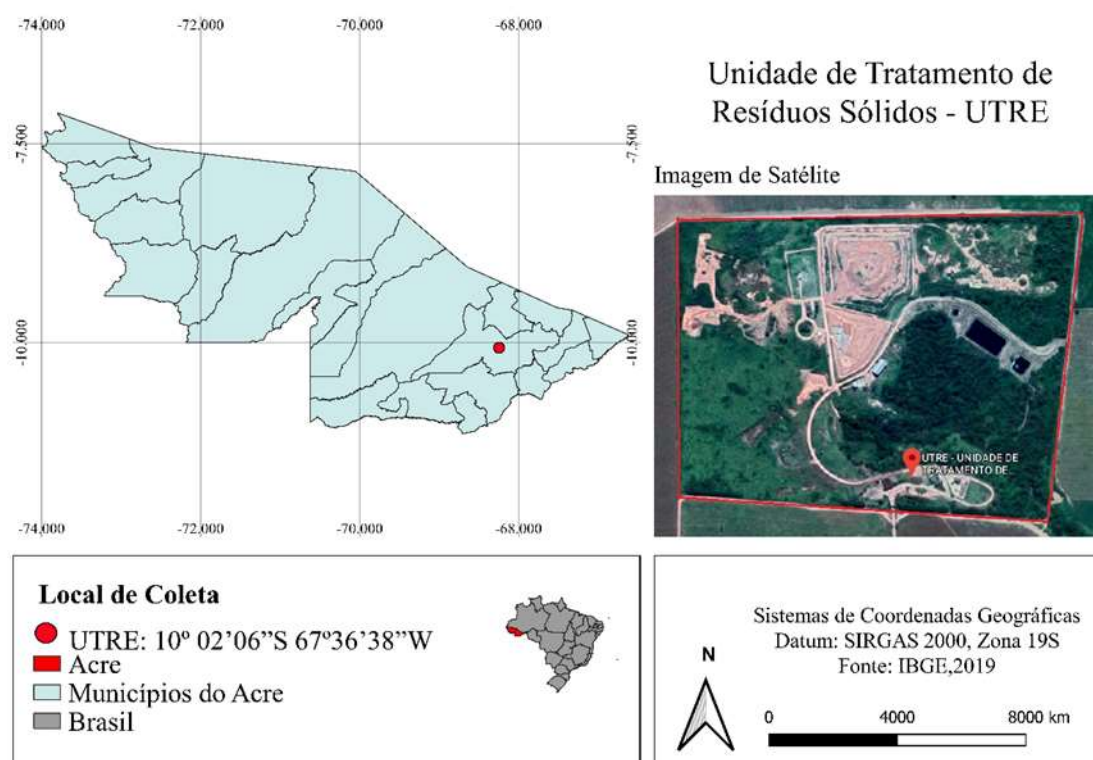
Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar características físico-químicas e microbiológicas do efluente do sistema de tratamento da UTRE, comparando os resultados obtidos frente aos padrões recomendados pelas Resoluções Nº 430/2011 e Nº 357/2005 do CONAMA.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 COLETA DE AMOSTRA

A Unidade de Tratamento de Resíduos Sólidos (UTRE) está localizada em área rural do município de Rio Branco, estado do Acre, na margem esquerda da BR-364, km 22, sentido Rio Branco (AC) – Porto Velho (RO) (IBGE, 2019) (Figura 1).

Figura 1. Localização da Unidade de Tratamento de Resíduos Sólidos na cidade de Rio Branco, AC – Brasil.



Fonte: Google Earth (2019); IBGE (2019) – Adaptado pelos autores (2019).

O lixiviado foi coletado na Calha Parshall, lagoas anaeróbica, facultativa e de maturação, e na zona de mistura, tendo como destino o Igarapé Quinoá (Figura 2).

Figura 2. Locais de coleta de amostras do lixiviado da Unidade de Tratamento de Resíduos Sólidos em Rio Branco, Acre, Brasil. 1. Calha Parshall; 2. Lagoa anaeróbica; 3. Lagoa facultativa; 4. Lagoa de maturação; 5. Zona de mistura.



Fonte: Pelos autores (2019).

Foram realizadas duas coletas em cada ponto, uma em julho de 2018 (período de estiagem) e a outra em novembro de 2018 (período de chuvas), segundo (UFAC, 2018). Foi coletado um litro de efluente em cada ponto de tratamento para realização das análises, com o auxílio de luvas e baldes para evitar o contato direto com o líquido. Após coleta, as amostras foram armazenadas em frascos de vidro de 500 mL identificados, previamente autoclavados, acondicionados em caixas térmicas de isopor (com o intuito de evitar alterações físicas e químicas por interferência da temperatura) e levadas para análise na Unidade de Tecnologia de Alimentos (UTAL) da Universidade Federal do Acre (UFAC).

2.2 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA

Para a aferição das concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Oxigênio Disponível (OD), nitrogênio amoniacal, cloretos, sulfetos e fósforo, foi utilizado técnica espectrofotométrica. Para verificar o pH foi utilizado um pHmetro. O ensaio de óleos e graxas foi realizado para verificar a concentração deles nas amostras coletadas. Para verificar a concentração de coliformes termotolerantes, foi utilizada a técnica de tubos múltiplos. Todas as análises foram realizadas de acordo com (ADAMS, 2017).

Os resultados foram comparados com as resoluções do CONAMA N^o 357/2005 e N^o 430/2011, para conferir se enquadravam nos limites definidos pela norma.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os parâmetros OD, DBO, DQO, pH, nitrogênio amoniacal, cloreto, sulfato, fósforo, óleos e graxas e coliformes termotolerantes do lixiviado da UTRE de Rio Branco, Acre foram analisados em dois períodos distintos, sendo o período 1 de estiagem e o período 2 de chuvoso, e foram coletadas amostras em todos os pontos do sistema de tratamento, visando verificar a variabilidade dos parâmetros ao longo do sistema, comparando com as Resoluções do CONAMA N^o 357/2005 e N^o 430/2011 (Tabela 1).

Devido ao fato de o estado do Acre não possuir uma legislação vigente na área de enquadramento de corpos d'água, o Igarapé Quinoá pode ser enquadrado como sendo um curso d'água de classe 2, de acordo com (BRASIL, 2005).

Tabela 1. Análise físico-química e microbiológica do efluente do sistema de tratamento da Unidade de Tratamento de Resíduos Sólidos da cidade de Rio Branco, Acre, Brasil no período de estiagem e chuvoso de 2018.

Parâmetro Analisado	Período de coleta *	Ponto de coleta					Valores limites **	Atende norma Conama
		Saída do Aterro	Lagoa Anaeróbia	Lagoa Facultativa	Lagoa de Maturação	Zona de Mistura		
OD (mg/L)	1	0	0	0	0	6,4	≥ 5	Não
	2	0	0	0	0	2,7		Não
DBO (mg/L)	1	4.569,75	5.330,25	3.638,25	2.345,75	1,2	Remoção mínima de 60%	Não
	2	1.911,00	2.126,00	698	577	67,56		Sim
DQO (mg/L)	1	10.155,00	11.845,00	8.085,00	6.536,00	128	-	-
	2	4.778,00	5.315,00	1.745,50	1.442,50	168,9		-
pH	1	8,3	8,34	8,57	8,88	6,52	6 - 9	Sim
	2	8,2	8,4	8,5	8,7	7,14		Sim
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	1	26,6	20,2	367,55	24,97	0,46	≤ 20	Não
	2	14,5	15,15	3	23	2,97		Não
Cloreto (mg/L)	1	4.324,00	2.893,30	1.731,30	1.563,40	14,3	≤ 250	Não
	2	1.666,50	1.556,00	1.943,50	1.323,00	24,94		Não
Sulfato (mg/L)	1	580	338,5	301	339,9	2,07	≤ 250	Não
	2	713	552	537	578,5	8,49		Não

Fósforo (mg/L)	1	107,03	66	17	13,8	8,1	$\leq 0,1$	Não
	2	0,98	1,96	0,91	0,67	0,65		Não
Óleos e Graxas (mg/L)	1	5,61	4,72	10,23	8,65	0,95	≤ 20	Sim
	2	3,15	2,69	3,34	5,39	2,09		Sim
Coliformes Termo- tolerantes (NMP/100 mL)	1	210	63	17	25	8,1	≤ 2	Não
	2	110	220	33	33	14		Não

*Período de coleta 1 – Período de estiagem; Período de Coleta 2 – Período chuvoso.

** Valores limites na lagoa de maturação de acordo com as Resoluções do CONAMA N° 357/2005 e N° 430/2011

Fonte: Pelos autores (2019).

Os parâmetros que estavam de acordo com as Resoluções do CONAMA N° 357/2005 e N° 430/2011 foram DBO (no período chuvoso), pH e óleos e graxas.

A taxa de remoção de DBO no período de estiagem foi de 48,7%, não se enquadrando com as Resoluções do CONAMA N° 357/2005 e N° 430/2011. Quanto à taxa de OD, nenhuma das amostras das coletas se enquadraram nos padrões de lançamento das Resoluções do CONAMA N° 357/2005 e N° 430/2011. Uma taxa alta de DBO diminui a concentração de OD, dificultando a sobrevivência dos organismos aquáticos que dependem do oxigênio (CUNHA; FERREIRA, 2019).

Apesar de não constar como um parâmetro na Resolução CONAMA N° 430/2011, a interpretação dos valores de DQO é fundamental para estabelecer a relação DBO/DQO, onde valores entre 0,4 e 0,8 definem o aterro como jovem e entre 0,04 e 0,08 como antigos. No período de estiagem e no período chuvoso a relação DBO/DQO foi de 0,45 e 0,40, respectivamente, definindo o aterro como jovem, indicando que a degradação da matéria orgânica se dá por processos bioquímicos (NOGUEIRA et al., 2015).

A concentração de Sulfato no lixiviado não atendeu aos padrões estabelecidos pelo CONAMA. Altas concentrações de sulfato no lixiviado geram odor desagradável, causado principalmente pela presença de gás sulfídrico, além de apresentar alta toxicidade (HARTMANN, 2009).

A elevada concentração de íons cloreto presente nos lixiviados pode causar sérias implicações ao tratamento destes, tanto na etapa de remoção de matéria orgânica quanto na remoção de amônia por processos biológicos (GOMES, 2009). A concentração de cloreto no lixiviado estava acima dos padrões permitidos pela legislação.

Os valores de fósforo não se enquadraram no padrão de lançamento das Resoluções CONAMA Nº 357/2005 e Nº 430/2011. A presença de fósforo no sistema de lagoas de estabilização é contraditória, pois é um nutriente muito importante para o crescimento e reprodução de microrganismos que promovem a estabilização da matéria orgânica, porém o efluente rico em fósforo pode provocar proliferação excessiva de algas no curso d'água receptor (CETESB, 2017).

Para o parâmetro Nitrogênio Amoniacal, os resultados obtidos se mostraram acima dos valores permitidos pela legislação. Os efluentes com alta concentração de nitrogênio amoniacal promovem profundas mudanças no ambiente do corpo receptor, diminuindo a diversidade do ecossistema, estimulando crescimento excessivo de algas, alteração nos parâmetros físicos e químicos como oxigênio dissolvido, sabor, odor, transparência e pH (RIBEIRO, 2019).

Em todos os pontos do sistema de tratamento foi detectada a presença de coliformes termotolerantes, em quantidades bem acima das permitidas. A presença de coliformes termotolerantes em corpos d'água é extremamente prejudicial, pois é um indicador de contaminação fecal, com a possibilidade da presença de microrganismos patogênicos (CETESB, 2017).

O baixo volume de chuvas pode influenciar diretamente a biodegradabilidade do lixiviado, devido à presença de compostos tóxicos, como metais pesados, e ainda podem alterar o pH do efluente, o que pode vir a inibir a ação de microrganismos envolvidos na degradação orgânica do efluente (MORAVIA et al., 2011; CORT et al., 2008; SEGATO, 2000). No entanto, foram observados valores dos parâmetros analisados na zona de mistura maiores no período chuvoso em comparação com o período de estiagem, em razão de não ter ocorrido vazão do efluente para o corpo d'água devido ao baixo volume do percolado, causado pela baixa precipitação pluviométrica, ocasionando menor impacto no curso d'água.

O sistema de lagoas de estabilização é descrito na literatura como sendo um sistema de tratamento com baixo custo operacional e alta capacidade de remoção de matéria orgânica e microrganismos patogênicos (CORDERO et al., 2015). Entretanto, neste trabalho, este sistema não foi capaz de remover de forma eficiente a alta carga orgânica presente nas lagoas. Lagoas em perfeito estado de funcionamento podem remover de 75 a 85% da DBO (D'ALESSANDRO et al., 2009), comprovando que o sistema de tratamento em estudo não está degradando sua matéria orgânica adequadamente. (LINS et al., 2005) apontam algumas variáveis que podem interferir no perfeito funcionamento das lagoas. Com relação ao tempo de detenção hidráulica, este deve ser suficiente para ocorrer o desenvolvimento das bactérias, caso contrário pode ocorrer falhas no sistema.

Também se observou a dificuldade na remoção de compostos químicos, como sulfatos, fósforos, cloreto e amônia, que não obedeceram a Resolução CONAMA Nº 430/2011, sendo necessário estabelecer novas medidas para redução destes parâmetros. Os valores nulos de OD nas lagoas também dificultaram a remoção da DBO no sistema, visto que isso impediu a proliferação de algas nas superfícies das lagoas, que auxiliam na remoção do DBO. Apesar do sistema de lagoas ser largamente utilizado no tratamento de lixiviados no Brasil, estudos relatam as dificuldades deste sistema em remover compostos recalcitrantes, causadores de elevadas taxas de DQO, DBO e amônia (BAETTKER; RIETOW; AISSE, 2018; MARTINS; FERNANDES; COSTA, 2013).

4. CONCLUSÕES

As características físicas, química e biológicas do lixiviado sofrem forte influência do tipo de resíduo, grau de decomposição, idade do aterro, tipo de clima, volume de precipitação, características do solo, de forma que realizar a sua caracterização periodicamente é de fundamental importância para se escolher o tratamento adequado.

O sistema promove a redução dos parâmetros analisados, mas ainda longe de obedecer aos padrões de lançamento de efluentes, visto que apenas os parâmetros de óleos e graxas, pH e DBO durante o período chuvoso se enquadraram nas resoluções CONAMA Nº 430/2011 e Nº 357/2005.

Foi possível observar a diferença entre os parâmetros aferidos no período chuvoso com relação aos do período de estiagem, comprovando a influência da precipitação pluviométrica sobre o sistema de tratamento. De modo geral, os parâmetros analisados na primeira coleta (estiagem) apresentaram valores elevados, enquanto na segunda coleta foram menores (período de chuvas).

O sistema de tratamento de lixiviados da UTRE de Rio Branco – Acre não consegue tratar de maneira adequada o efluente, principalmente durante os meses de estiagem, sendo necessário a implementação de processos de tratamento complementares para que o efluente se adeque aos padrões impostos pela legislação vigente.

REFERÊNCIAS

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. 2014. Disponível em:

<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>, [acesso em 15 nov. 2018].

ADAMS, V. D. Water and wastewater examination manual. Routledge, 2017. 264 p.

BAETTKER, E. C.; RIETOW, J. C.; AISSE, M. M. Avaliação do decaimento da matéria orgânica de lixiviados de aterros sanitários em lagoas anaeróbias. In: Simpósio ítalo-brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 14, 2018, Foz do Iguaçu. Anais... Paraná, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2018.

BRASIL. Resolução n.º 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Diário Oficial da União, 2005.

BRASIL. Resolução n.º 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n.º 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Diário Oficial da União, 2011.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2017. Disponível em:

<https://cetesb.sp.gov.br/aguasinteriores/wpcontent/uploads/sites/12/2018/06/Relatório-de-Qualidade-das-Águas-Interiores-no-Estado-de-São-Paulo-2017.pdf>, [acesso em: 29 jul. 2019].

CONDE, T. T.; STACHIW, R.; FERREIRA, E. Aterro sanitário como alternativa para a preservação ambiental. Revista Brasileira de Ciências da Amazônia/Brazilian Journal of Science of the Amazon, v. 3, n. 1, p. 69-80, 2014.

CORDERO, M. F. E. et al. Avaliação do desempenho de lagoas de estabilização em escala real no estado de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 28, 2015. Rio de Janeiro, Anais ... Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2015.

CORT, E. P. D. et al. Níveis de metais pesados presentes no chorume produzido em aterros sanitários da região sudoeste do Paraná. Geoambiente, n. 11, p. 103-116, 2008.

CUNHA, L. N. B.; FERREIRA, A. P. Análise crítica por comparação entre modelos de qualidade de água aplicados em rios poluídos: contribuições à saúde, água e saneamento. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 24, n. 3, p. 473-480, 2019.

D'ALESSANDRO, E. B. et al. Influência da sazonalidade em lagoas de estabilização. Ingeniería del agua, v. 19, n. 4, p. 193-209, 2015.

ELIS, V. R.; ZUQUETTE, L. V. Caracterização geofísica de áreas utilizadas para disposição de resíduos sólidos urbanos. Revista Brasileira de Geociências, v. 32, n. 1, p. 119-134, 2017.

GOMES, L. P.; Estudos de Caracterização e Tratabilidade de Lixiviados de Aterros Sanitários para as Condições Brasileiras. Rio de Janeiro: ABES, 2009. 362 p.

GREGÓRIO, B. S et al. Avaliação de áreas para instalação de aterro sanitário no município de Barreiras, Bahia. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, INPE, 2013.

HARTMANN, C. M. et al. Avaliação de Alternativas para Redução de Sulfeto de Hidrogênio na Corrente Líquida de Estação Anaeróbia de Tratamento de Esgoto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 25, 2009. Recife, Anais ... Recife: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2009.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapa físico de Rio Branco, Acre, Brasil. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-estaduais.html>, [acesso em: 26 dez. 2019].

KATTEL, E.; TRAPIDO, M.; DULOVA, N. Treatment of landfill leachate by continuously reused ferricoxyhydroxide sludge-activated hydrogen peroxide. Chemical Engineering Journal, v. 304, n. 2, p. 646-654, 2016.

KAWAHIGASHI, F. et al. Pós-tratamento de lixiviado de aterro sanitário com carvão ativado. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 19, n. 3, p. 235-244, 2014.

LI, H-S. et al. Advanced treatment of landfill leachate by a new combination process in a full-scale plant. Journal of Hazardous Materials, v. 172, n. 2, p. 408-415, 2009.

LINS, E. et al. Monitoramento de lagoas de estabilização no tratamento de chorume - Aterro da Muribeca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23, 2005. Campo Grande, Anais... Campo grande: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

MANNARINO, C.F. et al. Avaliação de impactos do efluente do tratamento combinado de lixiviado de aterro de resíduos sólidos urbanos e esgoto doméstico sobre a biota aquática. Ciência & Saúde Coletiva, v. 18, n. 11, p. 3235- 3243, 2013.

MARTINS, C. L.; FERNANDES, H.; COSTA, REJANE H. R. Landfill leachate treatment as measured by nitrogen transformations in stabilization ponds. Bioresource technology, v. 147, p. 562-568, 2013.

MORAIS, J. L. et al. TRATAMENTO DE CHORUME DE ATERRO SANITÁRIO POR FOTOCATÁLISE HETEROGÊNEA INTEGRADA A PROCESSO BIOLÓGICO CONVENCIONAL. Quim. Nova, v. 29, p. 20-23, 2005.

MORAVIA, W. G. et al. Caracterização sazonal de lixiviado de aterro sanitário com ênfase em parâmetros coletivos específicos e não específicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 26, 2011, Porto Alegre. Anais...Porto Alegre: FIERGS, 2011. P. 19.

NOGUEIRA, E. F. et al. Avaliação da relação DQO/nitrogênio amoniacal no processo de tratamento de lixiviado de aterro sanitário utilizando respirometria aeróbia e atividade da enzima desidrogenase. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 28, 2015. Rio de Janeiro, Anais ... Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2015.

PMRB – PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO BRANCO. A melhor cidade em gestão de resíduos sólidos. Disponível em: <http://riobranco.ac.gov.br/index.php/noticias/noticias-itens/ultimas-noticias/3338-a-melhor-cidade-em-gestao-de-residuos-solidos.html>, [acesso em: 29 jul. 2019].

PMRB – PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO BRANCO. Elaboração de Estudo de Impacto Ambiental – EIA e Relatório de Impacto Ambiental – RIMA para construção de uma Unidade de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos – UTRE, no município de Rio Branco no estado do Acre. Rio Branco, 2008.

RIBEIRO, A. L. V. et al. Contribuição da macrófita aquática *Eichhornia crassipes* na remoção de nitrogênio amoniacal de efluentes sanitários. *Gestão e Sustentabilidade Ambiental*, v. 8, n. 3, p. 215-234, 2019.

SEGATO, L. M. CARACTERIZAÇÃO DO CHORUME DO ATERRO SANITÁRIO DE BAURU. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27, 2000, Rio de Janeiro. Anais ... Rio de Janeiro.

UFAC. Grupo de Estudos e Serviços Ambientais AcreBioClima. Disponível em: <http://www.acrebioclima.pro.br>, [acesso em 25 set. 2018].

ZHAI, Y. et al. Simultaneous total organic carbon and humic acid removals for landfill leachate using subcritical water catalytic oxidation based on response surface methodology. *Water, Air, and Soil Pollution*, v. 227, n. 8, p. 273-286, 2016.

Capítulo 3



10.37423/220806413

O PROBLEMA DO DESCARTE DA AREIA DE FUNDIÇÃO: ENSINO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Odney Carlos Brondino

João Paulo Galdino da Silva

Nair Cristina Margarido Brondino

*UTFPR - Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Campus Londrina - Engenharia de
Materiais*

*UTFPR - Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Campus Londrina - Engenharia de
Materiais*

*UNESP – Faculdade de Ciências –
Departamento de Matemática*



Resumo: Este trabalho apresenta uma proposta metodológica utilizada na disciplina de Seleção de Materiais. A proposta apresentada aqui visa a despertar nos alunos da disciplina uma visão global do impacto ambiental e econômico causado pelo descarte de resíduos sólidos que é gerado pelas fundições no processo de fabricação. O objeto escolhido foi a areia de moldagem, uma vez que, embora o processo de fundição seja de extrema importância para a economia do país, este promove uma geração de resíduos que não é recuperável em sua totalidade. O método proposto consiste de três etapas (apresentação do processo, análise do descarte e métodos de minimização dos impactos provocados por este descarte) e é baseado na premissa de que a educação de novos engenheiros para o desenvolvimento sustentável não pode se restringir ao processamento e escolha de materiais, mas também deve levar em consideração o impacto ambiental causado por tais processos e maneiras de minimizá-lo.

Palavras chave: ensino para o desenvolvimento sustentável, fundição, seleção de materiais.

1. INTRODUÇÃO

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada no Brasil em 1992, a Rio – 92, reuniu representantes de governos, organizações internacionais e não governamentais e sociedade civil e chamou a atenção do mundo para a necessidade de uma aliança global, com vistas ao desenvolvimento de uma sociedade sustentável. Como resultado de todas as discussões realizadas nesta Conferência, foi proposto um plano de ação para enfrentar os desafios deste século, denominado Agenda 21. Através desta Agenda, buscou-se identificar os problemas prioritários, os recursos e meios para enfrentá-los e as metas para os próximos anos (CNUMAD, 1995). Sua implantação envolve, além de fortes mudanças sociais, mudanças no padrão de consumo e dos modelos produtivos.

De acordo com Almeida (2002), a sustentabilidade abrange três dimensões, a saber: econômica (diz respeito ao setor financeiro, trata de salários e benefícios, produtividade dos trabalhadores, criação de empregos, despesas com pesquisa e desenvolvimento, despesas com terceirização e investimentos em treinamento de recursos humanos), ambiental (trata dos impactos de processos, produtos e serviços sobre o ar, a água, o solo, a biodiversidade e a saúde humana) e social (envolve segurança do trabalho e saúde do trabalhador, direitos trabalhistas, rotatividade da mão-de-obra, direitos humanos e salários e condições de trabalho nas operações terceirizadas).

A Educação figura na Agenda 21 como instrumento fundamental para a efetivação das mudanças necessárias. Segundo Silva *et. al.* (2008), o capítulo 36 - “Promoção do Ensino, da Conscientização e do Treinamento” destina-se especificamente ao assunto e trata a educação, “... *como sendo fundamental para se alcançar o desenvolvimento sustentável e melhorar a capacidade das pessoas em conduzir as questões de meio ambiente e de desenvolvimento*”.

Com relação ao ensino em si, este mesmo capítulo propõe uma reorientação no sentido do desenvolvimento sustentável nas esferas econômica, ambiental e social.

Tanto o ensino formal como o informal são indispensáveis para modificar a atitude das pessoas, para que estas tenham capacidade de avaliar os problemas do desenvolvimento sustentável e abordá-lo. O ensino é também fundamental para conferir consciência ambiental e ética, valores e atitudes, técnicas e comportamentos em consonância com o desenvolvimento sustentável e que favoreçam a participação pública efetiva nas tomadas de decisão. (CNUMAD, 1995, p. 429- 430).

Dentro deste contexto, em Dezembro de 2002, em sua 57ª seção, a Assembléia Geral das Nações Unidas elegeu o período 2005-2014 como a Década Internacional da Educação para o

Desenvolvimento Sustentável (DEDS). Coube à UNESCO promover essa Década, através do estabelecimento de padrões de qualidade para a educação voltada para o desenvolvimento sustentável. De acordo com o documento apresentado pela UNESCO, para promover uma Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS), é necessário que

se reexamine a política educacional no sentido de reorientar a educação desde o jardim da infância até a universidade, para que esteja (*sic*) claramente enfocado na aquisição de conhecimentos, competências, perspectivas e valores relacionados com a sustentabilidade. Para isso é necessário revisar os objetivos e conteúdos dos currículos para desenvolver uma compreensão interdisciplinar da sustentabilidade social, econômica, ambiental e cultural e o aprendizado permanente na vida adulta. (UNESCO, 2005, p. 57).

Ainda segundo o mesmo documento, o aprendizado voltado para o desenvolvimento sustentável deve ser parte integrante do currículo como um todo e não como tema de uma matéria separada das demais.

Dentro desta nova perspectiva, universidades de vários países têm buscado maneiras de incorporar o conceito de sustentabilidade aos currículos dos cursos de graduação. Silva *et. al.* (2005) defendem o enquadramento do ensino de engenharia em um universo em que as ciências de engenharia constituam a base para permitir evoluções e as ciências econômicas, ambientais e sociais e humanas constituam a base para permitir transformações. De acordo com Jones *et. al.* (2008), além do conteúdo curricular, a abordagem pedagógica também determina a forma com que a Educação para o Desenvolvimento Sustentável é devidamente incorporada aos programas de graduação. Em uma pesquisa realizada na Austrália, Carell & Mitchell (2008) concluíram que em lugar de defender ferramentas específicas, conjuntos de ações ou resultados particulares como "sustentáveis", os acadêmicos podem desenvolver abordagens de ensino e aprendizagem, que considerem o papel de valores na tomada de decisão sustentável.

Concluíram, ainda, que uma pedagogia que visa a desenvolver a consciência dos estudantes sobre como e porquê diferentes valores, pontos de vista e ações pode auxiliá-los a desenvolver suas capacidades no contexto profissional. O trabalho de Kumar *et. al.* (2005) fornece um panorama dos cursos de graduação em Engenharia nos Estados Unidos, em especial os da Universidade de Michigan, no quesito sustentabilidade. Eles defendem a idéia de que um engenheiro precisa aplicar os princípios de sustentabilidade no planejamento e na fabricação, além de ser capaz de avaliar e aplicar informação obtida em disciplinas que trazem um considerável nível de incertezas e ambigüidades como economia, ciência ambiental, ciência social e políticas públicas. Do ponto de vista destes autores, um engenheiro bem sucedido deve estar equipado com o conhecimento e as ferramentas necessários para gerenciar

esta incerteza, com o objetivo de realizar o julgamento sobre a melhor forma de ação com base na evidência disponível. Eles concluem que para a integração bem sucedida de princípios e métodos de sustentabilidade no currículo de engenharia, as universidades precisam incorporar experiências multidisciplinares de aprendizagem com o objetivo de revelar uma ordem mais elevada do pensamento. Como conclusão, eles reforçam a importância da inclusão do conceito de sustentabilidade no currículo dos cursos de engenharia como ferramenta para enfrentar as questões desafiadoras de um futuro sustentável.

Após revisão da literatura e da aplicação de questionários a alunos de 13 cursos distintos nas áreas de Ciências e Engenharia, Mintz & Tal (2014) concluíram que a inclusão de conteúdos acerca das questões ambientais não conduz automaticamente a qualquer tipo de sensibilização por parte dos estudantes. Para eles, a promoção de resultados de aprendizagem que promovam sustentabilidade pode ser atingida tanto pela proposta de cursos que envolvam múltiplos resultados de aprendizagem quanto pela inclusão de disciplinas, que enfoquem o tema sob prismas variados. Porém, tendo em vista que a alta carga horária observada em muitos cursos inviabiliza a matrícula em várias disciplinas adicionais, é sugerido um planejamento cuidadoso das disciplinas que deverão tratar o tema não só na esfera profissional, mas também dos pontos de vista privado e cívico.

De acordo com Silva *et. al.* (2005), *“...os maiores problemas de engenharia estão associados à falta de conhecimentos dos engenheiros sobre os efeitos das ações que exercem sobre o meio ambiente...”*. Silva & Viude (2007), defendem que o engenheiro deve ter *“...formação que incentive e ative sua capacidade crítica e lhe forneça a consciência de que, seja qual for o uso social que se faça da técnica, a humanidade como um todo será afetada...”*.

No tocante à questão ambiental, para a formação do futuro engenheiro, um planejamento sustentável deve envolver a avaliação de como um produto ou processo pode causar impacto ambiental e priorizar estratégias que reduzam este impacto. A redução de resíduos, incluindo o desperdício de energia, demonstra, além de responsabilidade corporativa, um grande impacto do ponto de vista econômico (GAUGHRAN *et. al.*, 2007).

Dentro deste contexto, este trabalho apresenta uma proposta metodológica utilizada na disciplina de Seleção de Materiais do Curso de Engenharia de Materiais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR - Campus Londrina. A proposta apresentada aqui tinha por objetivo despertar nos alunos da disciplina uma visão global do impacto ambiental e econômico causado pelo descarte de resíduos sólidos que é gerado pelas fundições no processo de fabricação. A motivação para o tema

escolhido originou-se no fato de que a grande utilização de materiais metálicos em vários tipos de produtos como na indústria automotiva, meios de transportes, dispositivos e na construção civil faz com que a indústria metalúrgica seja uma grande produtora de resíduos.

A abordagem propõe a divisão dos temas a serem tratados em três etapas, sendo que a primeira (seção 2) consiste em introduzir ideias sobre processo de fundição por moldagem a areia, com ênfase na composição da areia antes e depois da realização do vazamento do metal, momento em que resíduos poluentes são formados. Nessa etapa, espera-se que os alunos identifiquem quais são os elementos químicos gerados no processo. Com o objetivo de conscientizar os alunos sobre as consequências do descarte dessa areia, a segunda etapa, apresentada na seção 3, consiste em uma discussão sobre os números e as formas de descarte da areia de moldagem. Posteriormente, a última etapa, apresentada na seção 4, consiste na apresentação de algumas soluções para minimizar os impactos desse descarte.

2. PROCESSO DE FUNDIÇÃO POR MOLDAGEM A AREIA

A etapa de apresentação do processo de fundição por areia tem por objetivo fornecer o referencial teórico que vai embasar a metodologia proposta. Nesta etapa, são apresentadas as possibilidades de matérias-primas destinadas à confecção dos moldes de areia, acompanhada de discussões breves acerca de sua composição e custo.

Um dos processos mais utilizados nas indústrias metalúrgicas é o processo de fundição por moldagem em areia. Ele é caracterizado pelo uso de moldes de areia, que podem ser constituídos de areia natural e/ou sintética.

Um processo de fundição tem como objetivo a fusão de ligas metálicas e posterior vazamento sobre condições apropriadas em moldes pré-moldados com o formato final da peça.

É um processo economicamente viável, em especial para peças de grandes portes e de geometria complexa, que são de difícil obtenção por outros tipos de processos de fabricação.

Confecções de modelos, moldes e machos geralmente são necessárias para obtenção da peça final. Os modelos são construídos em formato aproximado ao da peça fundida e os moldes possuem o papel de receber o vazamento do metal líquido. Os machos são utilizados em conjunto com os moldes e dão formas necessárias a algumas peças, como furos e vazios.

Porém, não é tão simples a realização dos procedimentos de fundição por moldagem em areia. Há diversos fatores que devem ser analisados para se obter um resultado satisfatório para o produto desejado.

Existem alguns tipos de areias que são utilizadas nos processos de moldagem, como a areia verde, constituída por uma mistura de sílica, água, argila e aglomerantes. Este tipo de areia a verde, em particular, é empregada em larga escala na produção de componentes automotivos e de eletrodomésticos. Outros tipos de areias são empregadas nas quais se faz a utilização de resinas sintéticas. Essas areias definem e são responsáveis pela qualidade superficial das peças.

O conhecimento sobre as características mecânicas da areia a ser utilizada é de extrema importância. Através de ensaios mecânicos, é possível a determinação da qualidade da areia e sua utilidade no processo. Grande parte de materiais perdidos ou rejeitados em processos de fundição que utilizam moldagem com areia decorre do mau controle dessa matéria prima. Um dos fatores benéficos nestes processos em que o controle da matéria é rigorosamente seguido é a eliminação parcial da usinagem, pois são obtidos materiais finais de alta qualidade denominados de “*near net shape*” (BROSCH & RÉ, 1995).

O processo de fundição evolui de forma constante com o avanço na tecnologia e certas necessidades na fabricação de metais dependem diretamente deste método.

2.1. PROCESSOS DE FUNDIÇÃO E MOLDAGEM

Existem vários processos de fundição que utilizam a areia. Cada processo possui uma aplicação específica, tanto na viabilidade econômica quanto de qualidade.

Como todo material utilizado, há meios de classificação para essa matéria-prima que, nesse caso, são os seguintes: natureza, uso, parte utilizada, molde, processo metalúrgico utilizado e tamanho. Cada parte deve ser analisada de forma rigorosa, pois qualquer ação inapropriada acaba trazendo prejuízo ao fabricante. Assim, como geralmente ocorre em indústrias, é visada a melhor relação entre custo/benefício.

As areias naturais e sintéticas possuem diferentes características, em virtude de sua obtenção. Uma vantagem de extrema importância da areia sintética é sua elevada qualidade quando comparada com a natural, ainda que seu processamento seja mais caro.

As areias de fundição são compostas por quatro partes fundamentais:

- Areia base: adicionada em maior quantidade. As mais utilizadas são as areias de sílica, muito abundantes na crosta terrestre, de fácil purificação e custo baixo. As areias de zirconita possuem preços mais elevados, porém as propriedades como expansão térmica e refratariedade são melhores. Outro tipo é areia de cromita que apresenta maior refratariedade e é inerte quimicamente, porém, é de difícil obtenção e custo elevado. O tipo de granulometria para a areia ideal irá depender do tipo de material processado, das dimensões, geometrias e peso das peças a serem produzidas.
- Aglomerantes: o objetivo de sua inclusão é a fixação da areia e melhoria de propriedades mecânicas do molde. As argilas são consideradas aglomerantes, pois dão ao material a necessária plasticidade. Dentre essas, a bentonita é a mais utilizada (PAPP, 2013). A farinha de milho gelatinizado, mais conhecida como mogul, promove alta flexibilidade de trabalho com a areia. Já a dextrina e o breu em pó proporcionam aumentos na resistência mecânica do molde.
- Aditivos: o objetivo principal de sua inclusão é sua capacidade de suprir algumas necessidades específicas e fundamentais, tais como: melhorar a colapsibilidade do molde, reduzir as aderências modelo/molde e peça/molde e evitar o escape do metal vazado.
- Água: empregada em processos a verde, confere plasticidade às argilas empregadas.

A granulometria, permeabilidade, propriedades térmicas e propriedades mecânicas da areia são de extrema importância para o sucesso do processo. Areias com granulometria grosseira refletem diretamente no acabamento superficial da peça, deixando-a com maior rugosidade. A qualidade da superfície aumenta conforme o tamanho das partículas de areia diminui. De forma equivalente, a permeabilidade refere-se à passagem de gás liberada pelo processo de fundição e solidificação do metal.

Durante o processo de moldagem em areia verde, a areia preparada com aditivos e aglomerantes é compactada sobre o modelo padrão. Após ou durante a moldagem, são feitos os canais de alimentação, que permitem a entrada e preenchimento do metal líquido na cavidade do molde produzido, anteriormente ao processo de solidificação do metal. Após o processo de solidificação e resfriamento do metal, há a quebra do molde, processo conhecido como desmoldagem (JOAQUIM *et. al.*, 2012).

Existem processos de moldagem que empregam outros tipos de areias como a *shell*, cura a quente, e processos de cura a frio, que utilizam resinas que aglomeram os grãos de areia e ajudam na resistência mecânica do molde (KLINSKY & FABRI, 2008). Essas resinas auxiliam o processo de moldagem e estão associadas à resistência a frio/quente do molde, tempo de bancada no qual o processo pode ser feito, tempo de cura e a colapsibilidade da areia, conforme ocorre a solidificação do metal. Suas desvantagens se encontram no custo, pois necessitam de um alto investimento, apesar de fornecer um melhor acabamento quando comparado com o processo de moldagem com areia verde.

A cada processo a ser realizado, deve-se analisar qual o emprego da areia e o que terá prioridade para a indústria, com vistas a um bom acabamento final ou uma alta permeabilidade do molde. Impurezas como a hematita, ilmenita, calcita e o feldspato também podem ser encontradas na areia bruta.

Após a desmoldagem, faz-se uma análise visual da qualidade da peça produzida.

Procedimentos de limpeza e extração de excesso de rebarbas são realizados na peça e seguidos de avaliações quanto à integridade da peça, através da análise das propriedades mecânicas e microestruturais da mesma. Processos de acabamento fino, como usinagem e tratamentos térmicos podem vir na sequência, com o objetivo de atender as especificações da peça.

A areia dos processos de fundição pode ser reutilizada, mas de forma limitada, pois a cada etapa concluída, impurezas agem sobre ela, o que a deixa mais contaminada e inviabiliza sua reutilização ou aproveitamento.

3. O DESCARTE DA AREIA DE MOLDAGEM

Esta etapa consiste na apresentação dos números relativos ao descarte da areia e é apresentada aos alunos para que eles tenham uma noção não só do impacto ambiental, mas também do impacto econômico provocado pelo despejo destes materiais. Também são apresentadas várias soluções possíveis com vistas a muni-los de ferramentas adequadas, tanto do ponto de vista econômico quando ambiental.

A produção anual de fundidos no Brasil nos últimos anos atingiu uma média de três milhões de toneladas e os valores FOB desses fundidos ficou em torno de US\$2,74/kg, totalizando um giro de oito bilhões de dólares, o que demonstra que este seguimento se constitui em um grande setor da economia do Brasil (ABIFA – 2014). O gráfico apresentado na figura 1 apresenta como esta produção foi distribuída de acordo com o produto. Levando em consideração que mais de

10% deste total constituem-se em resíduos que não podem ser recuperados, temos que o descarte promovido por este setor chega a aproximadamente 300 mil toneladas.

Os resíduos sólidos são classificados de acordo com os riscos que podem causar ao meio depositado. Segundo a norma ABNT NBR 10004/2004 (ABNT, 2004), os resíduos sólidos da areia de fundição são considerados como não perigosos e não inertes e seu depósito deve ocorrer em aterros industriais. Entretanto, há muitos casos nos quais as empresas geradoras não utilizam esse meio apropriado, descartando os resíduos em locais impróprios, como lixões e aterros clandestinos, o que ocasiona

graves pontos de poluição (OKIDA, 2006). Como o volume gerado por empresas que utilizam fundição por moldagem em areia é muito alto, a formação de novos aterros industriais tem acelerado o processo de desertificação, o que atinge diretamente populações que dependem do plantio e também as áreas de preservação.

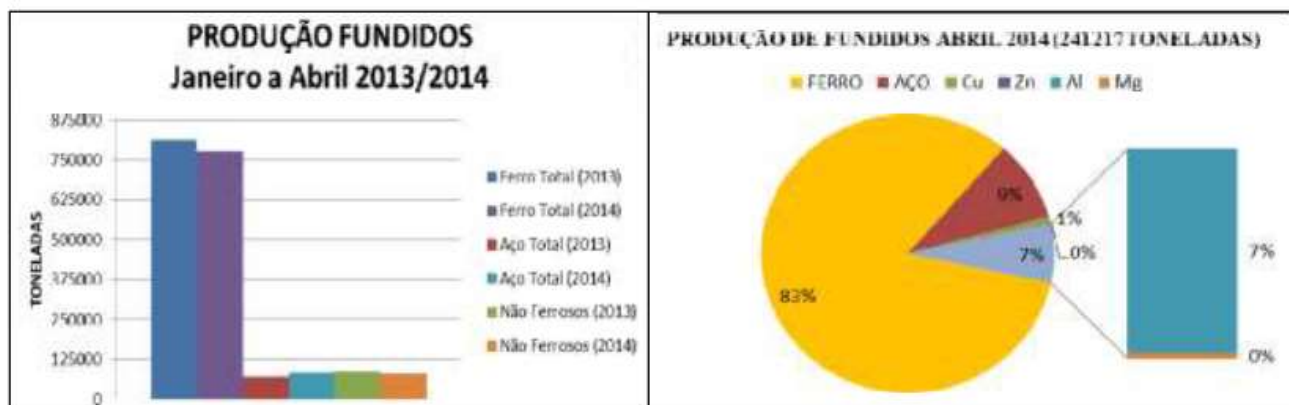


Figura 1 – Produção Brasileira de fundidos. Fonte: ABIFA (2014).

Projetos para construções de depósitos exclusivos devem também seguir as classificações IIA dos resíduos sólidos, sendo necessário o controle de reações provenientes do depósito de areia, como o elevado teor de gases gerados (ABLP, 2013). No Brasil, produtos fundidos geraram uma tonelada de resíduos a cada tonelada de metal produzida (KLINSKY & FABRI, 2008).

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS – na parte específica de parte de resíduos sólidos possui um programa de controle para os despejos de material de fundição. O sistema é separado em quatro esferas, sendo o primeiro os órgãos gestores municipais, nos quais estão presentes as indústrias, o segundo definido pelas unidades de processamento, no caso os aterros industriais para deposição dos resíduos gerados na indústria de fundição, o terceiro determinado pelo fluxo e quantidade descartada e o quarto, a realização da apresentação média dos cálculos realizados. São encontrados somente cinco aterros industriais por todo Brasil, sendo três na região sudeste e dois na região sul. Cerca de 410 mil toneladas foram recebidas em quatro destas cinco unidades de processamento, sendo a região sudeste a maior produtora de resíduos sólidos, com cerca de 99,2% da produção total (SNIS, 2011).

Na região sudeste, um dos aterros industriais é localizado em Betim/MG (BETIM INDUSTRIAL, 2014). Este aterro é operado por empresa privada, iniciou suas atividades em 2003 e recebe resíduos de outros municípios, sendo responsável por 100 mil toneladas de resíduos por ano. O município de Rio Claro/SP possui a Vala para Resíduos Industriais, sendo que a prefeitura local é a responsável pelo

aterro. O início de sua operação foi em 2001 e neste mesmo ano foram recebidas 8180 toneladas de resíduos industriais. Na região sul, pode-se encontrar lugar para despejo na cidade de Machadinho/RS, que comporta a Nova Era Industria de Mineração LTDA, responsável por abrigar um lixão que não recebe resíduos de outras cidades e é responsável por cerca de 1560 toneladas de resíduo. O município de São Leopoldo/RS abriga a Funresoli – Fundação de resíduos sólidos industriais, um aterro industrial privado em funcionamento desde 1996, limitado apenas para o município, no qual foram despejadas cerca de 2076 toneladas de resíduos industriais (FUNRESOLI, 2014). Outro aterro industrial está abrigado na cidade de Curitiba.

No tocante à quantidade de resíduos gerados pelo descarte de areia pelas fundições, somente para exemplificar, consideremos a região de Ponta Grossa, onde cinco empresas são responsáveis pela produção de fundidos e consequente geração de resíduos sólidos. A tabela 1 mostra alguns dados aproximados de produção por meio de fundição em moldagem e a quantidade de resíduos gerados na região de Ponta Grossa. (OKIDA, 2006).

Tabela 1 – Consumo e resíduos médios mensais gerados por processos de fundição: areia verde e resinada (toneladas/mês), na região de Ponta Grossa.

	Consumo	Resíduos
Areia verde	3039	875
Areia resinada	1407	871

Fonte: OKIDA, 2006.

Como cerca de 36% de toda a areia utilizada é reciclada, das 4446 toneladas de ambas as areias utilizadas todo mês nessa cidade, 1600 toneladas são reaproveitadas e cerca de 2846 toneladas são resíduos gerados, o que não condiz com os valores citados pelas empresas de resíduos apresentados na tabela 1. Conforme o aumento do nível de produção, há também a tendência do crescimento da geração de resíduos. No aterro industrial da cidade de Curitiba, por exemplo, o custo do despejo por tonelada é de cerca de R\$ 118,00. Logo, um montante em torno de R\$ 336000,00 seria necessário para deposição correta (OKIDA, 2006), o que se constitui em um custo muito alto para a empresa. Algumas empresas têm superado este problema com o despejo em locais impróprios. Como exemplo de descarte inadequado, pode-se mencionar aterros clandestinos que foram localizados no Rio Grande do Sul, onde os despejos de areia residual de fundição, com altos teores fenólico e de toxidade foram

depositados diretamente no solo, sem qualquer tipo de preparação, o que levou à ocorrência de contaminação do solo presente (ANDRADE, 2012).

Além do alto custo de despejo, que requer a construção de depósitos ou aterros que seguem as normas, deve-se adicionar os custos gerados para a retirada de tais resíduos da empresa e de transportes adequados. Quando somados ao prejuízo causado ao meio-ambiente, esses motivos encorajam a reutilização das areias descartadas. Entretanto, devido ao fato de que as propriedades da areia após processo de fundição não são adequadas para reutilização, deve-se executar processos para reconstituição de suas propriedades e assim, possibilitar uma nova aplicação.

4. FORMAS DE REAPROVEITAMENTO PARA A AREIA DE MOLDAGEM

Uma forma de recuperação das características ideais da areia destinada à fundição é a utilização de misturas para recomposição de propriedades. Para uma recuperação eficaz das características da areia de moldagem, recomenda-se seguir os seguintes passos:

- Adição de argila com vistas ao reaproveitamento da areia de moldagem;
- Adição de aditivos;
- - Adição de areia base para compensação de perdas e equilíbrio de teores indesejáveis de aditivos degradados e limitação dos teores de argila;
- - Umidificação pela adição de certa quantidade de água.

A união dos processos de desmoldagem, aglomeração de areias utilizadas e de recuperação determina os sistemas de areia, que são divididos em duas partes, a saber: areia única, composta de um único tipo de areia do processo de desmoldagem e sistemas compostos, provenientes de misturas de areias de enchimento e faceamento (PAPP, 2013).

Algumas areias provenientes de outros processos de fundição possuem altos teores de contaminação devido à deposição de metais indesejáveis, além da perda de propriedades. Neste caso, recomenda-se a aplicação de um processo de recuperação, denominado regeneração, que depende de quatro processos:

- Desagregação de grãos grosseiros;
- Remoção de impurezas metálicas;
- Limpeza superficial granular;
- Processo de granulometria.

Alguns tratamentos são utilizados para limpeza dos grãos, como o tratamento mecânico, que consiste na agitação permanente, promovendo a colisão entre partículas ou entre partícula e equipamento. É

considerado o mais eficaz e econômico, porém, como todos os tratamentos, apresenta uma desvantagem que é a formação e acúmulo de grande quantidade de poeira. Os tratamentos úmidos também utilizam técnicas mecânicas, combinados a elutriação, decantação, secagem e resfriamento. Os resíduos presentes devem possuir compostos hidrofílicos, como a bentonita ou compostos solúveis em água. Como o volume de areia é muito grande, é necessário um aparato que suporte toda a demanda. São utilizadas cerca de oito toneladas de água para uma tonelada de areia pós-fundição, que acabam por gerar alta concentração de lodos, necessitando de novos processos de retirada, além de custos provenientes da manutenção das máquinas, o que torna o processo caro.

O processo térmico, por sua vez, utiliza altas temperaturas para degradação e volatilização de compostos orgânicos misturados nas areias. Esse processo é de alta eficácia em areias *shell*, em virtude da presença de resinas carbônicas (PAPP, 2013). Porém, é muito poluente, uma vez que grandes emissões de gases não são controladas, gerando impactos ambientais. Também são necessárias a retirada de impurezas presentes, como o Fe_2O_3 e o Na_2O_3 , e a realização de separação magnética e não magnética, além de processos de trituração.

Além dos tratamentos mencionados anteriormente, alguns estudos têm mostrado resultados que dizem respeito ao aproveitaram da areia de fundição já processada na fabricação de concreto, com o intuito de substituir, de forma parcial, a matéria-prima do concreto natural.

Essa aplicação gerou certo aproveitamento e uma maior economia, porém apenas em estruturas não muito rígidas (PARK *et. al.*, 2012). Ao se substituir cerca de 55% de areia de fundição na fabricação do concreto, é possível observar uma boa resposta quanto a forças de compressão, tração e carbonização, tornando viável esta substituição. Foram também analisados tempos de cura para minimização de diferenças entre as propriedades de concreto natural e residual, sendo observado 28 dias como tempo ideal (KHATIB *et. al.*, 2013).

Pesquisas comprovaram que a utilização de fungos específicos combinados com a areia processada de fundição em concretos, com o intuito de minimizar os materiais metálicos pesados da composição original da areia, apresentaram excelentes resultados quanto à melhoria de resistência mecânica para aplicação em construções. Esses fungos inibem a contaminação do meio ambiente devido às altas concentrações de metais como Cádmio, Cromo, Ferro, Molibdênio, Manganês, Níquel e Chumbo. Em geral, as ações desse fungo provocam o aumento da resistência à compressão, melhoria na estrutura e na cristalinidade do material final (KAUR *et. al.*, 2013) o que torna essa combinação, além de eficaz, bastante econômica.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia proposta neste trabalho teve como foco despertar nos alunos da disciplina Seleção de Materiais uma visão global do impacto ambiental e econômico causado pelo descarte de resíduos sólidos gerados pelas fundições no processo de fabricação. A escolha do objeto para tratar o assunto deve-se ao fato de que o processo de fundição é de extrema importância para a economia do país, porém promove uma geração de resíduos que não é recuperável em sua totalidade.

Embora processos de recuperação da areia descartada estejam disponíveis e sejam eficazes, os custos envolvidos continuam elevados e muitas vezes não atrativos. Desta forma, buscou-se apresentar alternativas ecologicamente corretas para o tratamento do problema, com vistas a minimizar os impactos, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental.

No tocante à seleção de materiais, a educação de novos engenheiros para o desenvolvimento sustentável não deve se restringir apenas ao processamento e escolha de materiais, mas deve-se levar em consideração o impacto ambiental causado por tais processos e maneiras de minimizá-lo.

Com iniciativas deste tipo no ensino de engenharia, espera-se conscientizar os futuros engenheiros sobre seu papel social e como suas atitudes podem refletir de maneira positiva ou negativa no ambiente à sua volta.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Araucária , Departamento de Matemática da UNESP Bauru pelo apoio financeiro concedido e ao DAEMA: Departamento Acadêmico de Engenharia de Materiais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABLP. Pública, Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza. Normas para descarte de resíduos sólidos. Disponível em: <http://www.ablp.org.br/conteudo/conteudo.php?cod=44>. Acesso em: 30 mai. 2014.

ABNT, NBR 10004. Resíduos sólidos: classificação. Disponível em:

<http://www.aslaa.com.br/legislacoes/NBR%20n%2010004-2004.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2014.

ALMEIDA, F. (2002). O bom negócio da sustentabilidade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.

BETIM INDUSTRIAL, 2014. Localização próxima, via Google Maps. Disponível em:

<https://www.google.com/maps/place/Betim+Industrial/@-19.9628515,44.1607941,280m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0xa6c17d3a5d512f:0x394f5fa99e0b78ea>. Acesso em: 29 maio 2014.

ANDRADE, F. Minha casa, o fim da minha vida. Disponível em:

http://jornalistaandrade.blogspot.com.br/2012_09_01_archive.html. Acesso em: 02 jun 2014.

BROSCH, C. D.; RÉ, L. V. Areias de fundição e materiais de moldagem. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, Brasil: 1995. 195p.

CARELL, A. L.; MITCHELL, C. A. (2008). Teaching sustainability as a contested concept: capitalizing on variation in engineering educators' conceptions of environmental, social and economic sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 16, p. 105-115.

CNUMAD, Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Agenda 21, Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados, Brasília, 1995, 472 p. Disponível em:

<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/agenda21.pdf> - acesso em 02.06.2014.

FUNRESOLI. Fundação de resíduos sólidos industriais. Disponível em:

<https://www.google.com/maps/place/Funda%C3%A7%C3%A3o+de+Res%C3%ADduos+S%C3%B3lidos+Industriais-FUNRESOLI/@-29.7344166,-51.2056056,393m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x95195d15761c06f9:0x469932a25917ca94>. Acesso em: 28 maio 2014.

GAUGHRAN, W. F.; BURKE, S.; PHELAN, P. (2007) Intelligent manufacturing and environmental sustainability. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 23, p. 704–711.

JOAQUIM et. al. Moldagem em areia verde. Disponível em:

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABgZUAJ/processo-moldagem-fundicao-areiaverde?part=2>. Acesso em: 28 maio 2014.

JONES, P. TRIER, C. J.; RICHARDS, J. P. (2008). Embedding Education for Sustainable Development in higher education: A case study examining common challenges and opportunities for undergraduate programmes. *International Journal of Educational Research* 47 p. 341–350.

KAUR, GURDEEP; SIDDIQUE, RAFAT; RAJOR, ANITA. Micro-structural and metal leachate analysis of concrete made with fungal treated waste foundry sand. *Construction and Building Materials* 38, 2013. Páginas 94-100.

KHATIB, J.M.; HERKI, B.A.; KENAI, S. Capillarity of concrete incorporating waste foundry sand. *Construction and building materials* 47 (2013). Páginas 867-871.

KLINSKY, LUIS M. G.; FABBRI, GLAUCO T. P. Proposta de reaproveitamento de areia de fundição em sub-bases e bases de pavimento flexíveis, através de sua incorporação a solos lateríticos argilosos. Disponível em:

http://www.cbtu.gov.br/estudos/pesquisa/anpet/PDF/4_172_AC.pdf. Acesso em: 02 jun. 2014.

KUMAR, V.; HAAPALA, K. R.; RIVERA, J. L.; HUTCHINS, M. J.; ENDRES, J.

GERSHENSON, J. K.; MICHALEK, D. J.; SUTHERLAND, J. W. (2005). Infusing Sustainability Principles into Manufacturing/Mechanical Engineering Curricula. *Journal of Manufacturing Systems*, Vol. 24/No. 3, p. 215-225.

MINTZ, K.; TAL, T. (2014) Sustainability in higher education courses: Multiple learning outcomes. *Studies in Educational Evaluation*, 41, p. 113–123.

OKIDA, JOSÉ ROBERTO. Estudo para minimização e reaproveitamento de resíduos sólidos de fundição. Disponível em:

<http://www.pg.utfpr.edu.br/dirppg/ppgep/dissertacoes/arquivos/44/Dissertacao.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2014.

PAPP, Guilherme. Areias de Fundição. MACKENZIE. Disponível em:

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAekmwAG/areias-fundicao>. Acesso em: 30 maio 2014.

PARK, C-LYUCK; KIM, BYOUNG-GON; YU, YOUNGCHUL. The regeneration of waste foundry sand and residue stabilization using coal refuse. *Journal of Hazardous Materials* (203- 204), 2012. Páginas 176-178.

SILVA, L. C.; QUELHAS, O. L. G.; FRANÇA, S. L. B. A inclusão dos princípios do desenvolvimento sustentável no ensino da engenharia. In: XXXVI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE 2008. Disponível em:

<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2008/artigos/3268.pdf> - acesso em 01.06.2014.
SILVA, P. J.; ROCHA, A. J. F.; AMARAL, J. T.; DURO, M. A. S. (2005). Modelo de Ensino de Engenharia na Visão Multidisciplinar. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE 2005. Campina Grande – PB. Disponível em:

<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2005/artigos/SP-2-039082668581118373656731.pdf>
- acesso em 01.06.2014.

SILVA, P. J.; VIUDE, C. A. A Sustentabilidade da Consciência Social na Engenharia. In: XXXV Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE 2007. Disponível em:

<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2007/artigos/105Pedro%20Jos%C3%A9%20da%20Silva.pdf>. – acesso em 01.06.2014.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico do manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2011. Ministério das Cidades. Disponível em:

http://www.cidades.gov.br/serieHistorica/manuais/rs/diagnosticos/Diagnostico_RS_2011.zip.
Acesso em: 02 jun. 2014.

UNESCO. Década da Educação das Nações Unidas para um Desenvolvimento Sustentável, 2005-2014: documento final do esquema internacional de implementação. – Brasília: UNESCO, 2005.120p. Disponível em:

<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001399/139937por.pdf> - acesso em 02.06.2014.

Capítulo 4



10.37423/220806417

SISTEMA GROOVED VERSUS SISTEMA SOLDADO

Mateus Felipe Silva de Matos

UniBrasília de Goiás

Kátia Maria de Souza

UniBrasília de Goiás



Resumo: A pesquisa abordou a viabilidade técnica e econômica de dois sistemas de combate a incêndio, o convencional – tubos soldados e *Grooved* - ranhurado, bem como a importância do projeto de implantação de proteção contra incêndio de um edifício comercial. O objetivo primordial foi mostrar o sistema por acoplamento com ranhuras, adotado no galpão situado na rodovia BR-153 em Goiânia- Goiás com área de 9000m², executado pela empresa GUAVA Engenharia. Tem como desvantagem o valor do material, ficando 20,49% mais caro que o sistema de tubos soldados. As vantagens do sistema de tubos ranhurados está na redução de 70% na execução dos serviços e redução de 3,5% da mão de obra qualificada para a montagem, segurança e eficácia com menor índice de manutenção.

Palavras-chaves: Prevenção. Incêndio. Segurança. *Grooved*.

INTRODUÇÃO

Ao contrário do que muitos pensam a prevenção aos sinistros de incêndio é tão importante quanto saber lidar com a situação e combater as chamas existentes. Se na elaboração do projeto, o projetista se atentar, não somente na parte estrutural e arquitetônica, mas também na parte funcional do empreendimento, certamente notará que é de grande relevância os projetos de prevenção e combate a incêndio.

Existem várias maneiras de evitar que sinistros aconteçam. Desta forma, a pesquisa abordou o uso do sistema *Grooved* para combate e prevenção às chamas de incêndio, com conexões de encaixe por ranhuras nas extremidades dos tubos. O sistema suporta grandes pressões e reduz o tempo de instalação das tubulações, diminui o custo com manutenção, resultando em um sistema mais eficiente.

Os acoplamentos mecânicos podem ser rígidos ou flexíveis, sendo conectados nas extremidades dos tubos através de ranhuras que podem ser feitas por corte ou laminação. A determinação do tipo de ranhura dependerá da finalidade de utilização e espessura dos tubos.

Devido a sua eficiência é utilizado em diversas finalidades, principalmente na condução de fluidos. Com sua flexibilidade é possível ser instalado em locais que exigem modificações e ajustes constantes, como edifícios comerciais e industriais, galpões, inclusive em obras que apresentam curvaturas.

Neste sentido, o objetivo específico da pesquisa é comparar o custo benefício para a instalação do sistema de chuveiros automáticos, entre os sistemas de ligação de tubos metálicos, ranhurado, e o convencional mais utilizado - soldado.

Para alcançar os objetivos propostos foi realizada revisão bibliográfica em artigos publicados em meios eletrônicos e posteriormente o estudo da instalação do sistema *Grooved* em um galpão já existente, situado no condomínio LOG Goiânia Business Park, Rodovia BR 153, Km 5,5 S/N, Fazenda Goiânia-GO, Galpão de 03 a 08, em uma área de mais de 9000m², para implantação de armazém logístico da indústria farmacêuticas, utensílios médicos e produtos de higiene pessoal.

DESENVOLVIMENTO

O projeto de proteção contra incêndios foi compatibilizado com os demais projetos complementares a fim de determinar possíveis interferências às quais poderiam afetar no bom desempenho do sistema. Após o levantamento da largura das escadas, dimensionamento dos degraus, distância que a pessoa

terá que percorrer até alcançar as saídas, adotar medidas para controle de fumaça, estudar a resistência ao fogo dos materiais aplicados na estrutura, estudo da criação de barreiras que evitem a propagação de chamas de um ambiente para outro, iniciou-se a instalação do sistema propriamente dito:

Reservatório elevado tipo cilindro vertical em aço carbono com volume total de 870m^3 e reserva técnica para sistema de chuveiros automáticos de 730m^3 , proporcionando pressão positiva na sucção das bombas (bombas afogadas) da ordem de 2,4 bar quando totalmente cheio.

Casa de bombas, Figura 1, dotada de:

Conjuntos motobombas para o sistema de sprinklers:

Bomba Principal - 01 motobomba centrífuga a diesel; motor MWM, modelo 6.12 TCA, potência 318CV a 1800rpm e bomba marca Grundfos modelo NGK 200-150-400, rotor 419 mm sucção e recalque 6", com altura manométrica de 9,3 bar e vazão de 7.200 l/min ($432\text{ m}^3/\text{h}$), entrando em funcionamento quando a pressão do sistema baixar para 5 bar. A descarga é equipada com válvula de alívio ajustada para 10 bar;

Bomba Jockey - 01 motobomba centrífuga Multiestágios; motor 3f-380v-60hz-3cv-3500 rpm e bomba marca Thebe, modelo p-11/6, rotor 108 mm, sucção e recalque: 1", com altura manométrica de 8,5 bar e vazão de $9\text{m}^3/\text{h}$, entrando em funcionamento quando a pressão do sistema baixar para 7 bar.

Figura 1-Casa De Bombas



Fonte: Autor, 2022

Conjuntos motobombas para o sistema de hidrantes e mangotinhos: Bombas Principais - 02 conjuntos motobomba, centrífugas elétricas; motor 3f-380v-60hz-30cv-3500 rpm e bomba marca Thebe modelo TH-50/200®, rotor 225 mm, sucção 90mm, recalque 50mm, com altura manométrica e vazão especificados conforme projeto aprovado no CBM-GO;

Bomba Jockey - 01 motobomba centrífuga multiestágios; motor 3f-380v-60hz-3cv-3500 e bomba marca Schneider, modelo ME-1630-6 Estágios, rotor 108 mm, sucção e recalque:1", altura manométrica e vazão especificados conforme projeto aprovado no CBM-GO.

Alimentação (Distribuição de Água) do sistema de sprinklers;

Através de tubulação de 10" e 8" de aço carbono pintado de vermelho, atendendo às normas NFPA 13 e FMDS0200_BRZ;

Os sprinklers foram instalados conforme normas NFPA 13 e FMDS0200_BRZ. Foram utilizados sprinklers de conexão de ½" e de ¾" e fator K entre 80 e 240 resposta rápida. Ficou esclarecido que, exclusivamente os de fator K80 possuem resposta normal. Todos os sprinklers possuem pressão máxima de 175 psi (12,1 bar);

O sistema de sprinklers foram dividido em três setores, sendo cada um alimentado por uma VGA completa, de fabricação TYCO, que atende às normas NFPA 13 e FMDS (0200 e 0729 à 0731):

VGA 01 – alimenta o teto do galpão, tendo como modelo o K240, temperatura 74°;

VGA 02 – alimenta o teto do galpão, tendo como modelo o K240, temperatura 74°;

VGA 03 – alimenta a futura expansão do teto do galpão, tendo como modelo o K240, temperatura 74°, térreo e mezanino, tendo como modelo o K200 para armazém e K80 para o escritório, temperatura 74° e 69° e in rack, tendo como modelo o K115, temperatura 74°.

Os suportes – ao deixar a casa de bombas, a tubulação é enterrada no trecho onde passa sob as vias de trânsito de veículos. Em seguida, passa a ser aérea sobre o solo, apoiada em blocos de ancoragem, sendo fixada aos blocos por abraçadeiras de barra roscada. Após cada VGA, sobe junto à parede onde é fixada por abraçadeiras tipo U e C e suporte tipo gota. As tubulações sub gerais são suportadas por estruturas metálicas criadas para este fim, com abraçadeiras tipo U. Os ramais do mezanino e térreo são fixados por suportes tipo gota e por abraçadeiras tipo U e C, conforme necessário, sendo sua espessura de acordo a NFPA 13.

O projeto foi inicialmente elaborado para conexões unidas por solda, porém, em razão do prazo, foi modificado para ranhurado, do tipo shurjoint, SCH 40, conforme diâmetro da tubulação de acordo com sua utilização. Desta forma foi possível fazer a comparação do sistema ranhurado versus soldado. A redução acentuada de tempo na execução é de até 70%, podendo ser observado este mesmo dado

em relação à redução de risco de acidentes. Por não utilizar máquinas de solda, o sistema proporciona uma economia de energia, de riscos individuais e coletivos conforme Tabela 1.

Figura 2- Galpão de 9000m²



Fonte: Autor, 2022

Tabela 1-Comparativo geral Ranhurado x Soldado

Comparativo Geral Entre Sistemas de Rede com Extensão de 2.860 Metros		
Descrição	Sistema Ranhurado	Sistema Com Solda
Nível De Segurança	Redução de 70% acidentes	Nível Padrão
Tempo De Execução (Dias)	12	40
Nº de Plataformas	6	6
Máquinas para Execução dos Acoplamentos	3	5
Profissionais Qualificados	4	6

Fonte: Autor, 2022

A rede do sistema tem extensão de 2.860 metros lineares, teve sua implantação em 12 dias de trabalho realizado em turno único, conforme executado e 40 dias sendo esse prazo estimado em projeto inicial. Foi escolhido em trabalhar em único turno para evitar acidentes no período noturno, já que o sistema foi 91,5% montando em uma altura superior a 11 metros conforme demonstrado na Figura 3. Na Figura 4 observa-se o sistema já instalado.

Figura 3- Galpão estudo de caso



Figura 4- Sistema Grooved



Fonte: Autor, 2022

Tabela 2- Aluguel de plataformas

Plataforma Tipo Tesoura com Altura de 10 Metros				
Sistema de acoplamento	Quantidade	Valor da Diária (R\$)	Dias	Total (R\$)
Sistema Ranhurado	6	210,00	12	15.120,00
Sistema Com Solda	6	210,00	40	50.400,00
Diferença				35.280,00

Fonte: Autor, 2022

As máquinas de ranhura utilizadas foi o modelo 1112, da marca Machinery. Além deste equipamento especial, a execução também utilizou de serra copos para a perfuração dos tubos para encaixes de acoplamentos. A execução na rede teve a instalação de 1279 chuveiros automáticos. A Tabela 3 demonstra a composição de custo diário que cada sistema teria em função dos equipamentos.

Tabela 3-Equipamentos Para Execução Com Sistema Ranhurado

Equipamentos Para Execução Com Sistema Ranhurado				
Descrição	Unid.	Qtd.	Valor unitário (R\$)	Total (R\$)
3 máquinas de ranhura	Dias	12	432,00	5.184,00
Serra copo	Unid.	34	78,82	2.758,70
EPI	Dias	12	302,00	3.624,00
6 Plataformas tipo Tesoura	Verba	1	9.180,00	9.180,00
Total geral				20.746,70

Fonte: Autor, 2022

Tabela 4- Equipamentos Para Execução Com Sistema Soldado

Equipamentos Para Execução Com Sistema Soldado				
Descrição	Unid.	Qtd.	Valor unitário (R\$)	Total (R\$)
5 máquinas de solda	Dias	40	385,00	15.400,00
Eletrodo	Unid.	300	21,50	6.450,00
Disco de corte	Unid.	230	17,90	4.117,00
EPI	Dias	40	302,00	12.080,00
6 Plataformas tipo Tesoura	Verba	1	29.040,00	29.040,00
Total geral				67.087,00

Fonte: Autor, 2022

Outra vantagem observada é o nível de qualificação exigida para o sistema ser montado. Levando em conta uma equipe de 12 profissionais, a montagem do sistema soldado requereria 6 profissionais altamente qualificados e 6 ajudantes. No mesmo projeto foram utilizados 4 profissionais altamente qualificados e 8 ajudantes no sistema Ranhurado, diminuindo o custo com mão de obra. Conforme descrito nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5- Mão de obra do sistema ranhurado

Mão de Obra – Sistema Ranhurado				
Descrição	Unid.	Qtd.	Valor unitário (R\$)	Total (R\$)
Profissional A	Dias	4	156,06	624,23
Cantina	RF	12	21,76	261,12
Servente	H	8	111,51	892,11
Engenheiro	H	8	46,08	368,64
Encarregado	H	8	21,93	175,41
Técnico em segurança do trabalho	H	8	15,24	121,96
Total geral				2443,47

Fonte: Autor, 2022

Tabela 6 - Mão de obra do sistema soldado

Mão de Obra – Sistema Soldado				
Descrição	Unid.	Qtd.	Valor unitário (R\$)	Total (R\$)
Profissional A	Dias	6	156,06	936,36
Cantina	RF	12	21,76	261,12
Servente	H	6	111,51	669,06
Engenheiro	H	8	46,08	368,64
Encarregado	H	8	21,93	175,41

Técnico em segurança do trabalho	H	8	15,24	121,96
Total geral				2532,55

Fonte: Autor, 2022

Apesar do custo inicial com materiais ser mais elevado sendo 4,7% com tubos e 68% com conexões, o sistema ranhurado é compensatório devido ao baixo valor de mão de obra, equipamentos e ferramentas, resultando em 17% mais caro que o sistema soldado, conforme mostra na Tabela 7. O mesmo permite um melhor aproveitamento dos profissionais técnicos da empresa, uma maior segurança pelo uso de equipamentos mais modernos com menor fator risco, e maior controle do cronograma de obra. O processo de montagem é de obra limpa.

Tabela 7- Investimento

Descrição	Ranhurado (R\$)	Soldado (R\$)
Tubos	175.444,90	167.179,05
Conexões	141.310,63	45.337,50
Ferramentas e equipamentos	20.746,70	67.087,00
Mão de Obra	2443,47	2532,55
Total	339.945,70	282.136,10
Diferença		57.809,60

Fonte: Autor, 2022

A Tabela 7 demonstra os pontos positivos e negativos encontrados com sistema ranhurado.

Tabela 8- Pontos positivos e negativos

Pontos positivos e negativos	
Positivos	Negativos
Instalação rápida	Disponibilidade dos fornecedores
Eliminação da utilização de solda	
Menor necessidade de equipamentos elétricos na obra	
Não necessita de equipamento elétricos para instalação	Valor inicial da obra alto
Custo de manutenção baixo	
Diminuição do tempo de execução em relação aos outros métodos	
Redução de vazamentos	
Possibilidade de projeto com curvas	Locação de máquina para ranhuras
Redução na perca de materiais	
Maior durabilidade	
Sistema flexível e resistente a impactos	Peças sob encomenda, seguindo projeto ou orçamentos

Redução de mão de obra especializada	
--------------------------------------	--

Fonte: Autor, 2022

CONCLUSÃO

Conforme abordado na pesquisa aplicada no galpão comercial, o sistema apresenta 17% mais caro que o sistema usual e é um sistema novo no mercado goiano. Diante das vantagens apresentadas pode se tornar um produto popularmente conhecido e utilizado nas edificações e nos ramais de instalações de combate a incêndio.

Todo construtor almeja concluir uma edificação de qualidade dentro do prazo estimado, com baixo índice de acidentes de trabalho e com maiores lucros financeiro, porém nos dias de hoje todo e qualquer método construtivo exige tempo e qualificação gerando assim maiores custos.

Levando em conta um sistema de combate a incêndio aprovado por normas internacionais, que estabelecem padrões de qualidade e segurança superiores aos brasileiros, o sistema *Grooved* apresenta redução de 3,5% da mão de obra qualificada para a montagem, pois é de fácil manuseio e consequentemente o prazo de execução pode ser reduzido se comparado a outros sistemas. Diante do que foi apresentado, podemos concluir que o sistema de chuveiros automáticos com tubos acoplados por ranhuras, apesar de apresentar 20,49% mais caro que o sistema de tubos soldados, apresentou redução de 70% na execução dos serviços.

REFERÊNCIAS

Incêndios em edifícios / António Leça Coelho. - 1ª ed. - Amadora : Orion, 2010. - XXVIII, 1019 p. : il. ; 24 cm. - Bibliografia, p. 1007-1019.

SISTEMA k10 / k20 e sistema ranhurado tubos de aço, conexões e acoplamentos. Alvenius, 2016. Disponível em:

<http://www.alvenius.ind.br/PDF/alvenius_sistema_k_ranhurado_2016_imp.pdf>. Acesso em: 16 julho 2022.

Capítulo 5



10.37423/220806419

ANÁLISE DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE SÃO LUÍS DE MONTES BELOS – GOIÁS

Victor Sousa Lino Pimenta

UniBrasília de Goiás

Kátia Maria de Souza

UniBrasília de Goiás

Ayramanna Carlos Souza da Silva

UniBrasília



Resumo: No Brasil, a preocupação com o saneamento originou mecanismos e procedimentos que buscam elevar a qualidade de vida, promover a prevenção de doenças e, como consequência, o desenvolvimento de todo o país. Alguns destes mecanismos são mais amplos, sendo a determinação do saneamento básico, que é um direito garantido por lei, já outros são mais específicos e diretos, como os planos municipais de saneamento básico, ferramentas de planejamento e gerenciamento cujo objetivo é garantir o saneamento de municípios de forma eficiente. Procurou-se apresentar neste trabalho, através do estudo de caso, a elaboração, implantação e fiscalização realizada acima do plano do município de São Luís de Montes Belos, assim como constatar a ineficiência de sua implantação quando realizado o paralelo entre este e demais planos de municípios brasileiros.

Palavras-chave: Planejamento; Gestão municipal; universalização do acesso ao saneamento.

1. INTRODUÇÃO

O saneamento é definido pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como o conjunto de ações sócio-econômicas que buscam controlar fatores que afetam ou podem afetar negativamente o bem estar físico, social e mental da população urbana e rural, ou seja, alcançar a salubridade ambiental. Mais especificamente, os objetivos da implantação do saneamento envolvem abastecimento da população com água potável; coleta e tratamento de resíduos sólidos; drenagem urbana; controle de vetores de doenças transmissíveis; controle da poluição ambiental (água, ar, solo, acústica e visual); além do saneamento de alimentos, meios de transporte e planejamento territorial. De acordo com COSTA e PINHEIRO (2018), a eficácia dos serviços de saneamento contribui com a qualidade de vida da população e consequentemente o desenvolvimento da nação, considerando-a a melhor aplicação de valores que se pode conceder a uma comunidade.

Historicamente, o século XX foi o período em que mais se intensificaram os estudos relacionados ao saneamento, tornando-se evidente a íntima relação existente entre a saúde da população e o saneamento básico. O direcionamento dos estudos acerca do assunto e sua relação com a saúde da população tiveram como reflexo o aumento da preocupação com tais questões no Brasil. O súbito aumento da quantidade de dados e informações registradas desde o fim do século passado até os dias de hoje, evidenciaram a importância do assunto, algo que não era devidamente estudado ou catalogado anteriormente. Porém, a maior acessibilidade das informações e dados não significam que tenham sido solucionados os problemas de saneamento básico do país.

Segundo a Organização Mundial da Saúde – OMS (2014), a cada 1,00 dólar investido em saneamento, existe por trás uma economia de 4,30 dólares em saúde pública. Ainda, segundo a FUNASA (2017), o abastecimento com água potável corresponde a principal forma de fornecimento de alimento seguro à população, a coleta e tratamento de esgoto reduzem ou eliminam problemas relacionados à contaminação humana, e que estes, juntamente da gestão de resíduos sólidos, dificultam a proliferação de vetores e doenças.

O presente trabalho busca demonstrar a aplicação de uma das ferramentas de promoção do saneamento básico, estabelecidas pela legislação federal, os planos municipais de saneamento básico (PMSB), através de estudo da concretização do mesmo em São Luís de Montes Belos, estabelecendo então um paralelo entre este e demais planos de municípios brasileiros. Desta maneira, este estudo contribui com a compreensão da situação da elaboração e cumprimento de planos municipais de saneamento básico em pequenos municípios, além de apresentar as características da política de

implantação, abordando a participação dos principais envolvidos em tal processo, sendo eles governo federal, estadual, órgãos de fiscalização, prestadoras de serviço de saneamento, municípios e sua população.

2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo o Art. 6º da Constituição Federal de cinco de outubro de 1988 (Brasil, 1988), a saúde é um direito, e o saneamento básico é instituído como ferramenta de proteção e segurança à vida, conforme o Art. 2º da Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 (Brasil, 2007), cuja abrangência, segundo RIBEIRO E ROOKE (2010) se restringe aos quatro serviços: Abastecimento de água às populações, com qualidade compatível à proteção da saúde e em quantidade suficiente para garantir condições básicas de conforto; coleta, tratamento e disposição ambientalmente adequada e sanitariamente segura de águas residuárias (esgotos sanitários, resíduos líquidos industriais e agrícola); acondicionamento, coleta, transporte e/ou destino final dos resíduos sólidos (incluindo os rejeitos provenientes das atividades domésticas, comercial e de serviços industriais e públicos); a coleta de águas pluviais e controle de empoçamentos e inundações. A Figura 1 ilustra as quatro vertentes básicas do saneamento básico no Brasil.



Figura 1 – Representação dos quatro serviços do saneamento básico.

Fonte: EOS Consultores (2017).

O Instituto Trata Brasil, em estudo realizado no ano de 2019, comparou o acesso da população a água tratada e a coleta de esgoto entre o Brasil e suas respectivas 100 maiores cidades. Sendo destacado, entre os anos de 2012 e 2019, aumento de 1% na oferta de água tratada para o Brasil e 0,06% quando analisado as 100 maiores cidades. Quanto ao acesso da população total à coleta de esgoto, houve um aumento de 5,8% a nível Brasil e de 5,08% quando observado as 100 maiores cidades, dentre o mesmo intervalo de tempo. Entretanto, em 2019, o Brasil possui, para os índices totais de fornecimento de água tratada e população total com coleta de esgoto, valores de 83,7% e 54,1% respectivamente,

enquanto suas 100 maiores cidades, para os mesmos indicadores, possuam respectivos 93,51% e 74,47%. Desta maneira, o Instituto Trata Brasil (2021), apontou que, apesar de menores índices de evolução de serviços de abastecimento e coleta de esgoto, as 100 maiores cidades brasileiras demonstram, em relação aos mesmos dados, uma situação superior à observada na média nacional. A figura 2, retrata os indicadores de saneamento básico entre os anos de 2012 e 2019.

Ano	População total com água tratada (%)		População total com coleta de esgoto (%)		Esgoto tratado por água consumida (%)		Perdas de água na distribuição (%)		Investimento (R\$ bilhões médios de 2019)	
	Brasil	100 maiores cidades	Brasil	100 maiores cidades	Brasil	100 maiores cidades	Brasil	100 maiores cidades	Brasil	100 maiores cidades
2012	82,7	93,45	48,3	69,39	38,7	48,8	36,9	37,82	13,02	6,57
2013	82,5	92,91	48,6	69,14	39	48,03	37	39,08	13,12	6,32
2014	83	93,27	49,8	70,37	40,8	50,26	36,7	38,34	14,34	6,99
2015	83,3	93,84	50,26	71,05	42,67	51,72	36,7	37,77	13,14	7,05
2016	83,3	93,62	51,92	72,15	44,92	54,33	38,05	39,07	12,43	7,12
2017	83,5	94,60	52,36	72,77	46	55,61	38,29	39,5	11,76	6,4
2018	83,6	93,31	53,2	73,3	46,3	56,07	38,5	34,4	13,64	6,3
2019	83,7	93,51	54,1	74,47	49,1	62,17	39,2	35,66	15,7	7,97
EVOLUÇÃO pontos percentuais (p.p.)	+1,0 p.p.	+0,06 p.p.	+5,8 p.p.	+5,08 p.p.	+10,4 p.p.	+13,37 p.p.	+2,3 p.p.	-2,16 p.p.	+2,7	+1,4

Figura 2 – Principais indicadores de saneamento entre 2012 e 2019 (Brasil e 100 maiores cidades).

Fonte: Instituto Trata Brasil (2021).

O Art. 9º da Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 (Brasil, 2007), determina a implantação da política e elaboração do plano municipal de saneamento básico, cujo objetivo é estimular o planejamento e gestão municipal de maior qualidade e, a longo prazo, solucionar tais problemas de saneamento básico encontrados pelos indicadores do Brasil. Segundo esta lei, a partir de 2014, os recursos federais destinados ao saneamento básico serão exclusivamente destinados aos municípios cujo plano municipal de saneamento básico for aprovado e corretamente implantado. Compete à União garantir apoio financeiro, assim como cabe aos órgãos de regulação e fiscalização, que sejam realizados o acompanhamento, as avaliações anuais dos serviços prestados pelos mesmos e estabelecer metas para futuras fiscalizações (Brasil, 2007).

Por outro lado, a Lei federal nº 14.026 de 15 de julho de 2020, atualizou o marco legal do saneamento básico, incluindo e redigindo artigos presentes na Lei Federal nº 11.445. Dessa forma, passando a ser a principal base de elaboração dos planos municipais de saneamento básico criados ou atualizados após a data de efetivação da mesma.

Ainda segundo as leis anteriormente citadas, o conteúdo do plano municipal de saneamento básico deve abranger as quatro áreas do saneamento básico, sendo estas os serviços de abastecimento de água potável, escoamento de dejetos e águas de esgoto, tratamento e aproveitamento de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais urbanas. Além disso, segundo o Art. 19º da Lei federal nº 11.445, redigido pela Lei federal nº 14.026, os planos de saneamento básico não substituem as diretrizes contidas nos planos diretores elaborados para os municípios aos quais estiverem inseridos, devendo estes se complementarem e que possuam compatibilidade entre si (Brasil, 2020).

Apesar da evidente importância e vantagens da elaboração e utilização de um plano municipal de saneamento básico, estudos apontam que grande parte dos municípios brasileiros não adotaram ou implantaram corretamente esta prática, como o levantamento de dados, realizado pelo até então Ministério das Cidades (atual ministério do desenvolvimento regional) em 2016. Segundo o Ministério das Cidades (2016), o levantamento iniciou-se a partir da coleta de dados de estudos governamentais e não governamentais e foi concretizado através do envio de formulários quantitativos e qualitativos aos municípios estudados. Por meio da análise dessas informações, foi estabelecida uma conclusão sobre os panoramas dos municípios.

O Ministério das Cidades (2017), realizou seu levantamento em 3.903 municípios, o que corresponde a 70,07% dos municípios do país. Foi obtido que, dentre os municípios levantados, em 68% destes existe um plano municipal de saneamento básico já implantado ou em fase de elaboração. Já nos 32% restantes, não foram apresentadas informações ou houveram inconsistências na informação. A figura 3, ilustra a tabela com o panorama dos planos municipais de saneamento básico no Brasil.

PANORAMA DOS PLANOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL			
QUADRO RESUMO DOS RESULTADOS (Posição: 19/10/2016)			
SITUAÇÃO DO MUNICÍPIO NO PANORAMA	QUANTIDADE	% AMOSTRA DO PANORAMA	% DO UNIVERSO DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS
MUNICÍPIOS COM INFORMAÇÃO NO PLANO	3.903	100%	70%
MUNICÍPIOS COM PLANO	1.692	43%	30%
MUNICÍPIOS COM PLANO EM ELABORAÇÃO	2.091	54%	38%
MUNICÍPIOS COM PLANO + PLANO EM ELABORAÇÃO	3.783	97%	68%
MUNICÍPIOS COM INCONSISTÊNCIA NA INFORMAÇÃO	120	3%	2%
MUNICÍPIOS SEM INFORMAÇÃO NO PANORAMA	1.667		30%
AMOSTRA DO PANORAMA	3.903		
UNIVERSO DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS	5.570	100%	100%

Figura 3 – Panorama dos planos municipais de saneamento básico no Brasil

Fonte: Ministério das Cidades (2017).

CANEDO, Paulo. [entrevista concedida a] Paulo Bellardi. Canal Saúde – Fiocruz, Rio de Janeiro, 22 out. 2018. Afirmo que as próprias diretrizes que estabelecem a implantação de planos municipais de saneamento básico estão entre as principais responsáveis pela dificuldade encontrada na elaboração destes, pois esta informa a obrigatoriedade do plano, porém não garante auxílio financeiro para a

elaboração ou embasamento suficiente para que isto seja realizado pelo município. Nesta entrevista, foi afirmado que as leis federais que envolvem a implantação dos planos não diferenciam municípios pelo seu nível de desenvolvimento, ou seja, pequenos centros locais, que muitas vezes não disponibilizam de profissionais especializados e recursos, elaboram seus planos municipais de saneamento básico sob as mesmas diretrizes que grandes metrópoles.

2.1. ASPECTOS SOCIAIS ENVOLVIDOS

A Constituição da República Federativa do Brasil (1988) determinou a saúde como direito social e o saneamento básico como ferramenta para obtenção desta, porém, a menção de tal expressão sem ter definido um significado claro para a mesma desencadeou uma série de estudos e discussões sobre quais seriam os conceitos por trás do saneamento básico. Como citado anteriormente, a Lei federal nº 11.445, de 2007, estabeleceu diretrizes nacionais para o saneamento básico, encerrando então quaisquer dúvidas relacionadas ao conceito do termo, porém, o resultado de tais discussões foram estudos mais aprofundados sobre os reais impactos dos déficits no saneamento básico, e em como este fator está diretamente ligado às desigualdades sociais e atrasos no índice de desenvolvimento humano.

ROLNIK (2008) considerou que os desordenados processos de formação das cidades brasileiras ocorreram sob a égide de um modelo de desenvolvimento urbano desigual que privou uma parcela da população de condições básicas de acesso à infraestrutura urbana e de inserção efetiva à cidade. SANTONI (2010) conclui que a falta de expansão dos serviços de saneamento básico para áreas pouco rentáveis das cidades acontece também por falta de incentivo, podendo ser observado inclusive nas diretrizes que regem a universalização do acesso, uma vez que, segundo o mesmo, a não inclusão de aspectos sociais na política de saneamento configure uma certa contradição.



Figura 4 – Retrato da falta de infraestrutura urbana e saneamento básico no Brasil, intensificando a marginalização de comunidades carentes.

Fonte: CBHSF (2019)

Sendo assim, para garantir amplo controle, redução de desigualdades e uma correta política social, o processo de elaboração do plano municipal de saneamento básico é realizado com apoio e participação da sociedade, sendo fundamentada por meio de divulgação das propostas, realização de audiências públicas e, em alguns casos, até mesmo pesquisas de opiniões. Segundo MORAES (1994), os serviços públicos de Saneamento Básico devem estar submetidos a uma política pública de Saneamento Básico, formulada com a participação social, e entendida como o conjunto de princípios e diretrizes que conformam as aspirações sociais e/ou governamentais no que concerne à regulamentação do planejamento, da execução, da operação, da regulação, da fiscalização e da avaliação desses serviços públicos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, este trabalho foi desenvolvido através da coleta de informações contidas na Lei federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico e Lei federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020, que atualiza o marco legal do saneamento básico e atribui competências à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, ambas acessadas através do site do governo federal (disponível em: <https://www.gov.br/planalto/pt-br>). A coleta de informações garantiu maior compreensão sobre a origem do processo de implantação dos planos municipais de saneamento básico, permitindo então que pesquisas mais aprofundadas e específicas fossem realizadas.

Em seguida, foram realizadas pesquisas a fim de se obter documentos essenciais para compreensão do processo de implantação do plano municipal de saneamento básico no município de São Luís de

Montes Belos e quais efeitos surtiram deste acontecimento. Foi acesso a Lei municipal nº 2.305, de 04 de abril de 2018, que estabelece a política municipal de saneamento básico do município de São Luís de Montes Belos (disponível em: <https://leismunicipais.com.br/prefeitura/go/saoluisdemontesbelos>).

Através do site da agência goiana de regulação, controle e fiscalização de serviços públicos (AGR), foram obtidos o convênio entre a agência goiana de regulação, controle e fiscalização de serviços públicos e o município de São Luís de Montes Belos, além dos seguintes relatórios de fiscalização, elaborados pela gerência de saneamento básico (GESB): Relatório de fiscalização 108/2014 (agosto de 2014); Relatório de fiscalização 056/2016 (junho de 2016); Relatório de fiscalização 076/2016 (junho de 2016); Relatório de fiscalização 047/2017 (julho de 2017); Relatório de fiscalização 048/2017 (julho de 2017); Relatório de fiscalização 065/2017 (setembro de 2017); Relatório de fiscalização 017/2018 (maio de 2018); Relatório de fiscalização 079/2018 (setembro de 2018); Relatório de fiscalização 096/2018 (outubro de 2018); Relatório de fiscalização 150/2018 (novembro de 2018); Relatório de fiscalização 175/2018 (dezembro de 2018); Relatório de fiscalização 021/2019 (maio de 2019); Relatório de fiscalização 050/2019 (novembro de 2019).

Posteriormente, foi realizada uma visita à SANEAGO de São Luís de Montes Belos, município escolhido como foco principal desta pesquisa. Nesta visita foi obtido acesso ao plano municipal de saneamento básico elaborado no ano de 2012, o que possibilitou compreensão sobre o planejamento implementado, investimentos previstos, metas, prazos e planos de contingência.

Finalmente, os resultados foram obtidos através da análise do cumprimento de metas estabelecidas pelo plano municipal de saneamento básico de São Luís de Montes Belos, registradas nos relatórios de fiscalização. Por meio destes, avaliou-se as peculiaridades e efetividade da implantação do plano, assim como, por meio das ações realizadas que não foram previstas neste, obter variadas perspectivas de como o PMSB poderia ou deveria ter sido elaborado. Finalmente, é possível apontar as semelhanças e distinções entre a situação do PMSB em São Luís de Montes Belos e demais municípios brasileiros, por meio de comparação com resultados obtidos em outros estudos ou artigos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O município de São Luís de Montes Belos, localizado no estado de Goiás, possui uma população estimada de 34.157 habitantes (IBGE, 2020). Segundo dados da Prefeitura Municipal (2012), possui um distrito, Rosalândia, e sete povoados: Silvolândia, São Pedro, Brasilândia, Santo Antônio, São José do Morumbi, Planura Verde e Boa Sorte. O processo histórico de saneamento no município possui suas

peculiaridades, existindo registros de dificuldades encontradas na prestação de serviços de saneamento básico, cujos métodos e planos de contingência elaborados para solucionar tais problemáticas podem contribuir com o intuito dessa pesquisa, justificando a escolha do mesmo como principal objeto de estudo.

O rápido crescimento populacional encontrado no município, somado a acontecimentos específicos, como longos períodos de estiagem, desvios no curso de mananciais realizados por produtores rurais e dificuldades na recuperação de bacias estão diretamente ligados aos casos de descontinuidade do serviço de abastecimento. Segundo o PMSB de São Luís de Montes belos (2012), há a estimativa de um crescimento populacional de aproximadamente 10 mil habitantes, entre 2010 e 2040. Estes e muitos outros aspectos relacionados aos serviços de saneamento básico no município são listados no plano municipal de saneamento básico e respectivos relatórios de fiscalização. A figura 5 demonstra a projeção de crescimento populacional no município ao longo de 30 anos.

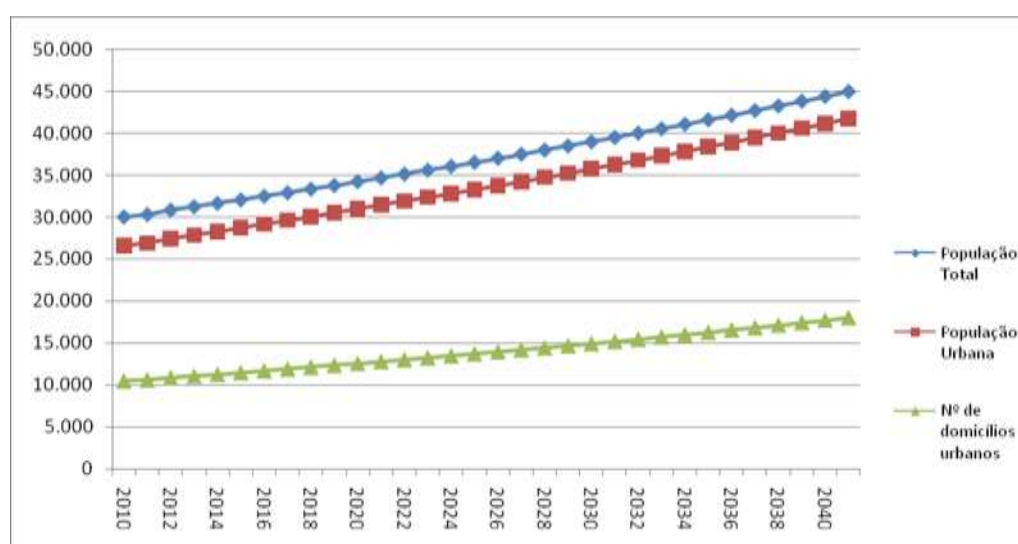


Figura 5 – Projeção da população urbana e domicílios urbanos no município de São Luís de Montes Belos.

Fonte: PMSB – São Luís de Montes Belos (2012)

Por meio da coleta de dados contidos nos documentos, foi possível listar as metas previstas e o plano de monitoramento de indicadores contidos no plano municipal de saneamento básico, os mecanismos utilizados pela AGR para realizar as fiscalizações e os documentos/informações cuja prestadora de serviço de saneamento do município deve apresentar dentro de seus respectivos prazos para manter o convênio. Percebe-se nas tabelas a seguir que, dentre as metas previstas, não foram incluídas quaisquer ações direcionadas ao tratamento e aproveitamento de resíduos sólidos ou drenagem

pluvial urbana, contrariando as recomendações impostas pelas leis federais. O quadro 1 relaciona metas para o serviço de abastecimento de água, assim como seus respectivos prazos.

Ações previstas pelo PMSB (2012) - Sistema de abastecimento de água	
Ações	Prazo
Interligação do poço PFR16 ao REL 200 m3 (sist. Aeroporto)	2012
Interligação dos poços PFR19 e 20 ao RAP 90 m3 (ETA)	2012
Construção de casa padrão de cloração sist. Vila Quininha	2012
Implantação de 2 reservatórios metálicos de 500m ³ cada no sistema Santana	2013
Adequar e padronizar SAA dos povoados (Boa Sorte, Brasilândia, Morumbí, Planura Verde, Rosalândia, Santo Antônio, São Pedro e Silvolândia)	2014
Estudos e projetos para ampliação do SAA	2014
Ampliação de rede de distribuição (extensão = 11.770 m)	2015
Ampliação de ligações domiciliares (744 ligações)	2015
Padronização de ligações de água (5500 ligações)	2015
Ampliação da captação do sistema Santana (aumento de 40 l/s)	2016
Ampliação da ETA do sistema Santana (aumento de 40 l/s)	2016
Ampliação de rede de distribuição (extensão = 14.697 m)	2016
Ampliação de ligações domiciliares (929 ligações)	2016
Adutora interligando o Sistema Santana ao Sistema Aeroporto	2018
Ampliação Boosterdo Setor Montes Belos para zona alta sistema Santana (vazão 37 l/s)	2018
Boosterdo sistema Santana para sistema Aeroporto(vazão 15 l/s)	2018
Substituição de redes antigas	2041
Substituição dos hidrômetros com vida útil vencida	2041
Elaboração de plano de proteção de nascentes e margens dos mananciais	2041

Quadro1 – Lista de metas de abastecimento de água estabelecidas pelo Plano Municipal de Saneamento Básico de São Luís de Montes Belos (2012).

Fonte: Própria (2021)

O município apresenta dados preocupantes relacionados aos serviços de esgotamento sanitário. Segundo o PMSB de São Luís de Montes Belos (2012), até a elaboração do plano, apenas 55% do município possuía atendimento de serviços de esgotamento sanitário, enquanto o abastecimento de água atinja 100% da população, entretanto, observa-se abundância de metas de sistema de abastecimento de água(SAA) em relação as de sistema de esgotamento sanitário(SES), que se justifica na discrepância de investimento que cada um dos serviços exige. Enquanto o investimento previsto para cumprimento das metas de SAA é de aproximadamente 17 milhões de reais, as ações previstas

para o SES exigem um investimento de 42 milhões de reais (PMSB – São Luís de Montes Belos, 2012). O quadro 2 lista as metas e prazos para serviços do sistema de esgotamento sanitário.

Ações previstas pelo PMSB (2012) - Sistema de esgotamento sanitário	
Ações	Prazo
Implementar o interceptor, rede coletora Bacia do Pau Furado, residencial Serra Verde II e setor JK - Recurso FUNASA (extensão = 45.299 m)	2012
Ampliação de ligações domiciliares (recurso FUNASA)	2012
Ampliação de redes coletoras (extensão = 32.767 m)	2014
Estudos e projetos para atender setores Dona Quininha, Parque das Araras e outros	2014
Ampliação de ligações domiciliares (1.369 ligações)	2015
Ampliação de ligações domiciliares (1.527 ligações)	2016

Quadro2 – Lista de metas de sistema de esgotamento sanitário estabelecidas pelo Plano Municipal de Saneamento Básico de São Luís de Montes Belos (2012).

Fonte: Própria (2021)

Dentre as ações previstas pelo PMSB de São Luís de Montes Belos (2012), está a elaboração do plano de metas e monitoramento de indicadores qualitativos e quantitativos, que contempla os itens listados no quadro 3.

Plano de metas e monitoramento de indicadores qualitativos e quantitativos - PMSB (2012)		
Indicador	Descrição	Meta
Índice de cobertura de água	Relação de imóveis com rede de água disponível pelo número total de imóveis	100% em 2015
Índice de cobertura de esgoto	Relação de imóveis com rede de esgoto disponível pelo número total de imóveis	80% em 2015
Hidrometração	Relação de ligações com hidrômetros pelo número total de ligações	100% em 2015
Qualidade do produto	Parâmetros da portaria 2914/2011 - MS	Especificado pela portaria
Continuidade e regularidade no abastecimento	Relação de reclamações por falta de água pelo número total de ligações de água	Menor que 1% em 2015
Atendimento ao usuário	Relação de reclamações atendidas fora do prazo pelo número total de reclamações	Menor que 10% em 2015
Controle de perdas de água	Relação do volume de água não faturado pelo volume total de água captada	Menor ou igual a 25% em 2015

Quadro3 – Plano de metas e monitoramento de indicadores qualitativos e quantitativos estabelecidas pelo Plano Municipal de Saneamento Básico de São Luís de Montes Belos (2012).

Fonte: Própria (2021)

Dentre os mecanismos utilizados pela agência goiana de regulação, controle e fiscalização de serviços públicos para avaliar o desempenho do serviço de saneamento básico prestado no município, o

cumprimento de metas estabelecidas no plano municipal de saneamento básico e encontradas não conformidades presentes nos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, estão:

- Análise dos documentos emitidos pela prestadora de serviços em relação aos cronogramas, projetos e planos de investimento, com ênfase naqueles cuja realização possui relação com o Plano Municipal de Saneamento Básico do Município;
- Reunião com gerentes e técnicos da SANEAGO;
- Vistorias in loco das obras em andamento, equipamentos utilizados e instalações (Escritório comercial, estações de tratamento de água e esgoto, reservatórios e poços);
- Análise de documentos que envolvem os serviços de saneamento básico, como instruções normativas, contratos de serviços terceirizados e contabilidade;
- Entrevistas com os colaboradores.

A AGR determina documentos que a prestadora de serviço deve apresentar, além de seus respectivos prazos, assim facilitando a elaboração de futuras fiscalizações e tornando as mesmas mais objetivas. Dentre determinações do órgão estão o envio de relatórios contendo a situação atualizadas das obras de expansão/melhoria do SAA e SES a cada 6 meses; envio da descrição da situação do processo de implantação dos reservatórios a cada 6 meses; e atualização da situação dos estudos e projetos a cada 6 meses.

4.1.CONTEÚDO DOS RELATÓRIOS DE FISCALIZAÇÃO

Ainda que o PMSB de São Luís de Montes Belos tenha sido implantado em 2012, os relatórios de fiscalização referentes a este tiveram seu início em 2014, não sendo encontrado quaisquer registros de relatórios no ano de 2015, retornando em 2016 e mantendo constância até 2019. Analisando o conteúdo dos relatórios, nota-se descontinuidade quanto ao padrão, uma vez que, aqueles referentes aos anos de 2016 e 2017 possuem como principal intuito apresentar a conclusão ou não conclusão de metas estabelecidas pelo PMSB. Enquanto nos demais anos, estes sejam direcionados a atividades determinadas pelas próprias fiscalizações e ações em forma de respostas às notificações anteriormente emitidas. O quadro 4 relaciona os pontos avaliados em cada relatório.

Resumo de conteúdo dos Relatórios de Fiscalização - AGR referentes ao PMSB São Luís de Montes Belos	
Relatório	Conteúdo
108/2014	. Avaliação de instalações da SANEAGO . Relação dos poços de coleta de água
056/2016	. Avaliação do cumprimento de metas do PMSB . Plano de metas e monitoramento de indicadores . Relação de documentos a serem entregues pela prestadora de serviços
076/2016	. Descrição do Sistema de Abastecimento de Água (SAS) . Identificação dos reservatórios . Identificação das estações elevatórias . Não conformidades encontradas e determinações para correção
047/2017	. Avaliação do cumprimento de determinações (076/2016) . Avaliação do cumprimento de notificações . Determinação do não cumprimento de ações (076/2016)
048/2017	. Avaliação do cumprimento de metas do PMSB . Relação de documentos a serem entregues pela prestadora de serviços
065/2017	. Verificação das causas da descontinuidade no abastecimento de água no município . Determinação da elaboração e apresentação de plano de contingência e emergência
017/2018	. Valores do índice de qualidade da água . Previsão de atividades a serem realizadas
079/2018	. Valores do índice de qualidade da água . Previsão de atividades a serem realizadas
096/2018	. Valores do índice de qualidade da água . Índice de reajuste tarifário (2018) . Previsão de atividades a serem realizadas
150/2018	. Valores do índice de qualidade da água
175/2018	. Avaliação do cumprimento de determinações (047/2017 e 065/2017)
021/2019	. Valores do índice de qualidade da água
050/2019	. Valores do índice de qualidade da água . Índice de reajuste tarifário (2019)

Quadro4 – Conteúdo dos relatórios de fiscalização – AGR referentes ao Plano Municipal de Saneamento Básico de São Luís de Montes Belos (2012).

Fonte: Própria (2021)

Além da ausência da avaliação do cumprimento de metas do PMSB, é possível observar que somente um dos relatórios abordou o plano de metas e monitoramento. Segundo a AGR (2016), através do relatório de fiscalização 56/2016, na única situação em que o plano de metas e monitoramento foi encaminhado, este não possuía o cálculo de todos indicadores e, aqueles já calculados, não supriram as metas estabelecidas. A figura 6 apresenta os resultados do plano de metas e monitoramento de indicadores de São Luís de Montes Belos.

Tipo	Indicador	Fórmula	Meta (2015)	Valor (Fev/2016)
Quantitativo	Índice de cobertura de água	$\frac{N^{\circ} \text{ de imóveis com rede disponível}}{N^{\circ} \text{ imóveis existentes}} \times 100$	100%	Ainda não calculado
	Índice de cobertura de esgoto	$\frac{N^{\circ} \text{ de imóveis com rede disponível}}{N^{\circ} \text{ imóveis existentes}} \times 100$	80%	Ainda não calculado
	Hidrometração	$\frac{N^{\circ} \text{ de ligações com hidrometro}}{\text{Total de ligações ativas}} \times 100$	100%	97,49%
Qualitativo	Qualidade do produto	Parâmetros da Portaria 2914/2011-MS	Cumprir Portaria	A ser apresentado
	Continuidade e regularidade no abastecimento	$\frac{\text{Reclamações de falta de água imprevistas}}{\text{Total de ligações de água}} \times 100$	< 1%	Ainda não calculado
	Atendimento ao usuário	Nº de solicitações e reclamações atendidas fora do prazo	< 10%	A ser apresentado
	Controle de perdas de água	$\frac{\text{Volume captado} - \text{volume faturado}}{\text{Volume captado}} \times 100$	< = 25%	38,96%

Figura 6 – Relatório de fiscalização 56/2016: Resultados do Plano de Metas e Monitoramento de Indicadores em São Luís de Montes Belos.

Fonte: AGR (2016)

A súbita mudança de padrão e conteúdo observada nos relatórios dos dois últimos anos se deve a edição de normas da AGR, onde a resolução normativa 106 de abril de 2017, tendo como base o artigo 23 da Lei Federal 11.445/2007 atualizou a metodologia que envolve atividades de regulação, controle e fiscalização, além de aprovar os novos modelos de formulários a serem apresentados pela SANEAGO (AGR, 2017). No entanto, a edição de tais normas não dispensa a prestadora de serviços de encaminhar as informações referentes à situação das metas previstas pelo PMSB, não justificando então, que os relatórios de fiscalização deixassem de abordar tal assunto.

Os dois únicos relatórios cujo objetivo está na fiscalização das ações previstas pelo PMSB são o 56/2016 e 48/2017, contendo a descrição das ações a serem tomadas, prazos previamente estabelecidos, resultados e os detalhes do serviço prestado. Foram abordados nestes relatórios de fiscalização, as 25 ações previstas pelo PMSB, onde 5 destas possuem prazo de conclusão para o mesmo ano da implantação do PMSB, ou seja, 2012; 1 deve ser concluída até o ano de 2013; 4 até o ano de 2014; 4 até o ano de 2015; 5 até o ano de 2016; 3 até o ano de 2018; e 3 até o ano de 2041 (PMSB – São Luís de Montes Belos, 2012). A descrição das ações, prazos pré-estabelecidos e os resultados encontrados pelos relatórios de fiscalização 56/2016 e 48/2017 estão nos quadros 1, 2, 3 e 4, no anexo 1.

Como a fiscalização acerca das metas estabelecidas pelo PMSB teve seu início em 2016, este estudo considerou este ano como referência para quaisquer ações com prazos previstos para anos anteriores

a este. Desta forma, metas estabelecidas para os anos de 2012, 2013, 2014 e 2015, cuja fiscalização de 2016 apurou como finalizadas, serão incluídas em “concluídas dentro do prazo”, devido a impossibilidade de se deduzir a data de conclusão das mesmas, pela falta de referência ou registros de fiscalizações anteriores ao do ano em questão.

Quanto às ações previstas cuja conclusão foi parcialmente impossibilitada por fatores externos (como a adequação do SAA de todos os povoados, posteriormente direcionada somente à Planura Verde por decisão da Prefeitura do município), serão consideradas como “parcialmente concluídas”. Finalmente, as metas não cumpridas cujos prazos de conclusão são de 2018 em diante serão listadas como “sem informação de conclusão”, uma vez que, os registros contidos nos relatórios deste ano em diante não abordam a situação das ações previstas pelo PMSB, por outro lado, metas não concluídas dentro do prazo serão mencionadas como tais, ainda que não se possua informação de conclusão das mesmas após o vencimento do prazo.

Segundo o relatório 56/2016 (AGR, 2016), das 19 metas do sistema de abastecimento de água e sistema de esgotamento sanitário, cujos prazos estão entre 2012 e 2016, 6 foram concluídas, correspondendo a 24% das 25 ações estabelecidas pelo PMSB, e 11 não foram concluídas, o que equivale a 44%. As demais 2 metas com prazo estabelecido para o mesmo intervalo de tempo foram parcialmente concluídas, uma vez que, por motivos externo, sua completa conclusão tenha sido impedida.

No relatório de fiscalização 48/2017, constatou-se que uma das metas anteriormente não solucionada foi concluída, sendo o único avanço desde o relatório 56/2016. Entretanto, como esta meta possuía prazo para 2012, a sua conclusão no ano de 2017 a classifica como concluída com atraso. Observa-se que, nenhuma das metas estabelecidas para o ano de 2018 em diante foram concluídas e, em razão da ausência de registro das ações previstas pelo PMSB em demais relatórios, estas e quaisquer outras metas não concluídas até o momento se encaixam na descrição de “sem informação de conclusão” (AGR, 2017). O gráfico 1 retrata a porcentagem de conclusão das metas estabelecidas pelo PMSB entre os anos 2016 e 2017, catalogadas pelos relatórios de fiscalização 56/2016 e 48/2017.

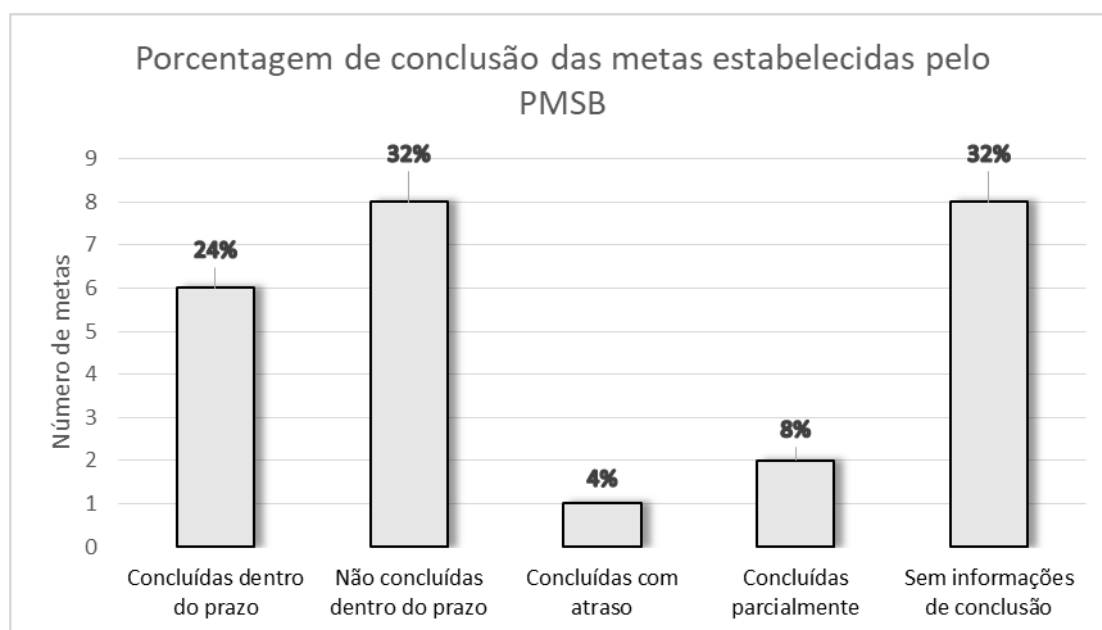


Gráfico 1 – Porcentagem de conclusão das metas estabelecidas pelo Plano Municipal de Saneamento Básico de São Luís de Montes Belos (2012), até 2017.

Fonte: Própria (2021)

As mudanças causadas pela resolução 106/2007 implicaram, indevidamente, que os relatórios de fiscalização do ano de 2018 em diante não abordassem o acompanhamento das metas estabelecidas pelo PMSB, justificando a densa quantidade de ações previstas sem informações de conclusão. Dentre as alterações no serviço de fiscalização resultantes desta resolução normativa, está a determinação de que a SANEAGO encaminhe o relatório de indicadores de qualidade, apresentando valores do Índice de Qualidade da Água (IQA) obtidos por meio de análises bacteriológicas e físico-químicas.

Segundo os relatórios de fiscalização 17/2018, 79/2018, 96/2018, 150/2018, 21/2019 e 50/2019, os parâmetros de caracterização da água são de que o IQA foi considerado bom nos intervalos de outubro a dezembro de 2017, fevereiro a março de 2018, maio a dezembro de 2018, fevereiro a março de 2019 e maio a junho de 2019. Os mesmos catalogaram o IQA como ótimo nos períodos de janeiro e abril de 2018, assim como em janeiro e abril de 2019 (AGR, 2018 e 2019). Os relatórios de fiscalização que abordaram valores do índice de qualidade da água, além do período de referência de cada um deles estão contidos no quadro 1, do anexo 2.

Algumas ações não foram estabelecidas no PMSB, entretanto, foram realizadas e citadas pelos relatórios de fiscalização. Estas ações foram incluídas nos relatórios ou por possuírem efeito significativo no saneamento básico do município, ou por serem respostas a solicitações por ofício, como pode ser observado nos relatórios de fiscalização 56/2016, 76/2016, 47/2017, 48/2017, 65/2017 e 175/2018 (AGR 2016 a 2018).

Inicialmente, o item 7.1.2 do relatório de fiscalização 56/2016 (AGR, 2016) menciona que, apesar de não atingir a meta de adição de 40 l/s à vazão da ETA (cumprindo, até então, a adição de apenas 10 l/s), a prestadora de serviços tem realizado outras implementações, que visam a qualidade do tratamento ao invés de expansão da capacidade, sendo estes: Construção de mais dois floculadores na área do atual decantador, novas calhas de água decantada, substituição do material filtrante de areia para antracito e nova caixa de área na captação. Tal relatório cita também uma previsão de duplicação do módulo de tratamento, que, além de elevar a qualidade do serviço, prevê que seja atingida uma vazão entre 160 e 180 l/s (por sua vez, se encontra em 80 l/s até o momento).

Por sua vez, o relatório de fiscalização 76/2016 cita não conformidades encontradas nas instalações (ETA, poços e reservatórios) da SANEAGO e estabelece prazos para correção das mesmas. Segundo o relatório de fiscalização 47/2017, dentre as cinco não conformidades detectadas pelo relatório 76/2016, quatro foram corrigidas e uma ainda está com prazo em vigor. A solução destas não conformidades são direcionadas exclusivamente à preservação das instalações, uma vez que não implicam resultados expressivos nos serviços de captação e abastecimento de água (AGR, 2016). O quadro 5 ilustra as não conformidades e seus respectivos prazos.

Não conformidades encontradas em 19 de junho de 2016	
Descrição	Prazo
Presença de infiltrações nos floculadores e demais edificações	Dezembro de 2016
Limpeza da área em condição ruim no poço 05 (Olina)	Julho de 2016
Cerca danificada nos poços 05 (Olina) e poço Quininha I	Agosto de 2016
Pintura desgastada (RI e RII da Serra e de lavagem de filtro), presença de infiltrações e eflorescências (tanque de contato da ETA e reservatório elevado do Aeroporto)	Dezembro de 2016
Ausência de guarda-corpos (escada e topo do RI e RII da Serra, além de 1º lance de escada do reservatório elevado Montes Belos)	Dezembro de 2016
Ausência do portão (RI e RII da Serra, e lavagem de filtro) e cerca danificada (lavagem de filtro)	Setembro de 2016
Perda de revestimento na casa de cloração do reservatório elevado do Aeroporto	Dezembro de 2016

Quadro 5 – Não conformidades detectadas pelo relatório de fiscalização 76/2016 solucionadas dentro do prazo, de acordo com relatório 47/2017.

Fonte: AGR (2016)

O item 7.2.1 do relatório de fiscalização 48/2017 menciona a construção de uma nova Estação Elevatória de Esgoto, ainda que o PMSB não indique quaisquer metas relacionadas a ampliação ou construção de novas EEE (AGR, 2017). A figura 7 registra a construção da nova estação elevatória de esgoto no município de São Luís de Montes Belos.



Figura 7 – Construção de nova EEE (estação elevatória de esgoto).

Fonte: AGR (2017)

No ano de 2017, além do período de estiagem, desvios feitos por produtores rurais no leito do manancial Santana, a montante da captação, causaram drástica diminuição do volume de água no mesmo, ocasionando descontinuidade no abastecimento do município. Tal descontinuidade foi constatada através da fiscalização do dia 31 de agosto de 2017, dando origem ao relatório de fiscalização 65/2017, que por sua vez, determinou a apresentação do plano de contingência e emergência por parte da prestadora de serviços (AGR, 2017). Além disso, o relatório apresentou quais foram as medidas tomadas pela SANEAGO para solucionar o desabastecimento do município, sendo estas: Construção de reservatório elevado (REL) de 50 m³ e construção de reservatório apoiado (RAP) de 200 m³.

Com a paralisação do abastecimento de água em 2018, o relatório de fiscalização 175/2018 retornou a abordar metas relacionadas a continuidade de abastecimento, assim como o cumprimento da apresentação do plano de contingência e emergência. As ações tomadas para solução do problema de abastecimento foram a fiscalização do curso do manancial Santana, a montante da captação, para evitar que desvios causem diminuição do volume captado; construção de barragem e represa no Córrego do Empedrado; construção do reservatório apoiado São José; início de construção de

reservatórios apoiados nos setores Serra Bela e Serra Verde; e início de construção de reservatório apoiado de 500 m³ no Setor Aeroporto (AGR, 2018).

Quanto as medidas estabelecidas pelo plano de contingência e emergência, para manter a continuidade do abastecimento no período de estiagem, o relatório de fiscalização 175/2018 (AGR, 2018) citou a propôs a proteção e recuperação de bacias e nascentes por meio do levantamento das bacias realizado pela Secretaria do Meio Ambiente; monitoramento do nível do manancial; transparência com a comunidade quanto a situação crítica do manancial; intensificação de redução de perdas; uso de caminhão pipa; ampliação da captação da ETA; perfuração de poços.

Entretanto, segundo o próprio relatório de fiscalização 175/2018 (AGR, 2018), alguns itens seguem sem execução, sendo eles: O monitoramento de bacias, a transparência com a comunidade, a ampliação de captação da ETA e a perfuração de poços. Não manter a comunidade ciente de situações envolvendo a descontinuidade do abastecimento, assim como a ausência de consultas públicas em quaisquer documentos envolvendo o processo de aplicação do PMSB no município contraria as recomendações da legislação. PEREIRA (2015) afirma que os processos que adotaram métodos de planejamento e de participação social chegaram a resultados mais satisfatórios, assim como apresentam maiores chances de interferir na qualidade e organização do saneamento básico.

SACHO e HORA (2015), verificaram que 90,52% da população da região metropolitana de Goiânia é servida com abastecimento de água e 56,06% é contemplada com serviços de coleta de esgoto, tendo como referência o ano de 2015. Em paralelo, o Instituto Trata Brasil (2021) verificou em seu estudo que, no ano de 2015, as 100 maiores cidades possuíam uma média de 93,84% da população servida com água tratada e 71,05% desta população com acesso à coleta de esgoto. Os resultados se diferem dos observados no município de São Luís de Montes Belos, que apresentavam, segundo o PMSB em 2012, 100% de cobertura em abastecimento de água, enquanto o atendimento com serviços de esgotamento sanitário atinja 55% da população.

5. CONCLUSÃO

Foram apresentados fatores que levantam questionamentos sobre a eficiência da elaboração do PMSB no município de São Luís de Montes Belos, sendo o primeiro deles, a própria ausência de quaisquer ações direcionadas ao manejo de resíduos sólidos e drenagem pluvial urbana. As dificuldades encontradas no cumprimento de metas estabelecidas pelo PMSB, além da clara sobreposição de ações não listadas no mesmo, como observado nos próprios relatórios de fiscalização, demonstra que o

plano, em seu planejamento, poderia ter priorizado outras medidas, assim evitando a inclusão de metas que não trariam resultados à altura e suas respectivas multas por descumprimento.

Planos de metas e monitoramento de indicadores não encaminhados ao órgão de fiscalização (por incapacidade de calculá-los) e a ausência de consultas públicas ou transparência quanto às situações críticas encontradas no serviço de abastecimento do município reforçam a afirmativa de que pequenos municípios possuem maiores dificuldades na elaboração de PMSBs, tanto por estarem perante as mesmas diretrizes de elaboração que grandes centros, quanto por não possuírem instrução ou corpo técnico suficiente para planejamento e aplicação eficiente do plano.

A ausência de relatórios nos anos de 2013, 2015 e 2020, além das metas estabelecidas pelo PMSB cujas situações de conclusão não foram registradas, demonstram insuficiência na fiscalização, apontando novamente que, problemáticas na aplicação de planos não são causadas unicamente por incompetência dos municípios ou suas respectivas prestadoras de serviço. Para isto, o apoio de governos federais e estaduais aos municípios em processo de elaboração de seus PMSBs, apresentando ferramentas e metodologias, contornaria a situação em que os mesmos dependem unicamente de seus próprios recursos e profissionais, tendo como efeito a redução de tais dificuldades encontradas.

Observa-se então que, com o auxílio técnico, capacitação e fiscalização adequada, os Planos Municipais de Saneamento Básico possuem a capacidade de contribuir com a gestão municipal, elevar o desenvolvimento econômico e promover universalização dos serviços de saneamento, assim como citado pela própria legislação que introduziu a implantação dos mesmos.

6. REFERÊNCIAS

BERNARDES, Ricardo Silveira; SCÁRDUA, Martha Paiva; CAMPANA, Néstor Aldo. Guia para elaboração de planos municipais de saneamento básico. 2ª Ed. Ministério das Cidades, 2011.

HENDGES, Antonio Silvio. Princípios da política nacional de saneamento básico. Ecodebate, 2011.

Lei nacional de saneamento básico: Perspectivas para as políticas e a gestão dos serviços públicos; Livro 1 – Instrumento das políticas e da gestão dos serviços públicos de saneamento básico. Ministério das Cidades e Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, n.d.

LEONETI, Alexandre Bevilacqua; PRADO, Eliana Leão; OLIVEIRA, Sonia Valle Walter Borges. Saneamento básico no Brasil: Considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. Revista de Administração Pública, recebido em 2009, publicado em 2011.

LIMA, Cláudia Lins; FRANÇA, Karla Christina Batista; JÚNIOR, Lauro José da Silva. Planos municipais de saneamento básico, orientação para elaboração. Confederação nacional de municípios, 2014.

MORAES, L.R.S. Plano municipal de saneamento básico: Instrumento de planejamento participativo, integrado e sustentável. 7º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, Maceió, 2016.

MORETTI, Ricardo de Sousa; FERRARA, Luciana Nicolau. A universalização do saneamento e suas relações com a pobreza, a desigualdade e a precariedade urbana no Brasil. n. d.

Panorama dos planos municipais de saneamento básico no Brasil. Interáguas, 2017.

SAIANI, Carlos César Santejo; JÚNIOR, Rudinei Toneto; DOURADO, Juscelino. Desigualdade de acesso a serviços de saneamento ambiental nos municípios brasileiros: Evidências de uma curva de Kuznets e de uma seletividade hierárquica das políticas?, Nova econ, 2013.

SANTONI, Lauseani. Saneamento básico e desigualdades: O financeiro federal da política pública. Centro de Desenvolvimento Sustentável, 2009.

PEREIRA, Tatiana Santana Timóteo. Planos municipais de saneamento básico: Avaliação de 18 casos brasileiros. EngSanitAmbient, 2015.

SACHO, Sara Duarte e HORA, Karla Emmanuela. Panorama do saneamento básico na região metropolitana de Goiânia. Editora Unijuí, 2015

RIBEIRO, Júlia Werneck e ROOKE, Juliana Maria Scoralick. Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2010

7. ANEXOS

Anexo 1:

Relatório de fiscalização 2016 - Referente às ações previstas de SAA pelo PMSB (2012)			
Ações	Prazo	Resultado	Observações
Interligação dos poços PFR 16 ao REL 200 m ³ (sist. Aeroporto)	2012	Concluído	
Interligação dos poços PFR 19 e 20 ao RAP 90 m ³ (ETA)	2012	Parcialmente Concluído	PFR 20 desativado, devido sua não viabilidade técnica, PFR 19 concluído
Construção de casa padrão de cloração sist. Vila Quininha	2012	Concluído	
Implantação de 2 reservatórios metálicos de 500m ³ cada no sistema Santana	2013	Não Concluído	Pré requisitos, aguardando aquisição
Adequar e padronizar SAA dos povoados (Boa Sorte, Brasilândia, Morumbi, Planura Verde, Rosalândia, Santo Antônio, São Pedro e Silvânia)	2014	Parcialmente Concluído	Adequações realizadas em Planura Verde, demais sistemas seguem sendo operados pela Prefeitura, por decisão da mesma
Estudos e projetos para ampliação do SAA	2014	Não Concluído	Fase de aprovação do Estudo de Concepção pela SUESP
Ampliação de rede de distribuição (Extensão = 11.770 m)	2015	Concluído	15.030,56 m executados
Ampliação de ligações domiciliares (744 ligações)	2015	Concluído	1.567 ligações
Padronização de ligações de água (5500 ligações)	2015	Não Concluído	Sendo realizado conforme a necessidade
Ampliação da captação do sistema Santana (aumento de 40 l/s)	2016	Não Concluído	Em fase de projeto
Ampliação da ETA do sistema Santana (aumento de 40 l/s)	2016	Não Concluído	Em fase de projeto
Ampliação de rede de distribuição (Extensão = 14.697 m)	2016	Concluído	15.030,56 m executados
Ampliação de ligações domiciliares (929 ligações)	2016	Concluído	1.567 ligações
Adutora interligando o Sistema Santana ao Sistema Aeroporto	2018	Não Concluído	
Ampliação Booster do Setor Montes Belos para zona alta sistema Santana (vazão 37 l/s)	2018	Não Concluído	
Booster do sistema Santana para sistema Aeroporto (vazão 15 l/s)	2018	Não Concluído	
Substituição de redes antigas	2041	Não Concluído	
Substituição dos hidrometros com vida útil vencida	2041	Não Concluído	
Elaboração de plano de proteção de nascentes e margens dos mananciais	2041	Não Concluído	

Quadro 1 – Resultados do relatório de fiscalização 56/2016 – Sistema de Abastecimento de Água.

Fonte: Própria (2021)

Relatório de fiscalização 2016 - Referente às ações previstas de SES pelo PMSB (2012)			
Ações	Prazo	Resultado	Observações
Implementar o interceptor, rede coletora Bacia do Pau Furado, residencial Serra Verde II e setor JK - Recurso FUNASA (extensão = 45.299 m)	2012	Não Concluído	Em execução, por meio de contrato com a FUNASA
Ampliação de ligações domiciliares - Recurso FUNASA (3.019 ligações)	2012	Não Concluído	2.710 ligações
Ampliação de redes coletoras (extensão = 32.767, Total = 78.066 m)	2014	Não Concluído	59.852 m executados
Estudos e projetos para atender setores Dona Quininha, Parque das Araras e outros	2014	Não Concluído	Fase de aprovação do Estudo de Concepção pela SUESP
Ampliação de ligações domiciliares (1.369, Total = 4.388 ligações)	2015	Não Concluído	2.710 ligações
Ampliação de ligações domiciliares (1.527, Total = 4.546 ligações)	2016	Não Concluído	2.710 ligações

Quadro 2 – Resultados do relatório de fiscalização 56/2016 – Sistema de Esgotamento Sanitário.

Fonte: Própria (2021)

Relatório de fiscalização 2017 - Referente às ações previstas de SAA pelo PMSB (2012)			
Ações	Prazo	Resultado	Observações
Implantação de 2 reservatórios metálicos de 500m³ cada no sistema Santana	2013	Não Concluído	Novo processo licitatório
Adequar e padronizar SAA dos povoados (Boa Sorte, Brasilândia, Morumbi, Planura Verde, Rosalândia, Santo Antônio, São Pedro e Silvolândia)	2014	Parcialmente Concluído	Continuam sendo operadas pela Prefeitura, com excessão de Planura Verde
Estudos e projetos para ampliação do SAA	2014	Não Concluído	Fase de aprovação do Estudo de Concepção pela SUESP
Ampliação de rede de distribuição (Extensão = 11.770 m)	2015	Concluído	22.314 m executados
Ampliação de ligações domiciliares (744 ligações)	2015	Concluído	1.911 ligações
Padronização de ligações de água (5500 ligações)	2015	Não Concluído	Sendo realizado conforme a necessidade
Ampliação da ETA do sistema Santana (aumento de 40 l/s)	2016	Não Concluído	Projeto de expansão elaborado
Ampliação de rede de distribuição (Extensão = 14.697 m)	2016	Concluído	22.314 m executados
Ampliação de ligações domiciliares (929 ligações)	2016	Concluído	1.911 ligações
Adutora interligando o Sistema Santana ao Sistema Aeroporto	2018	Não Concluído	Início das obras (corte de asfalto)
Ampliação Booster do Setor Montes Belos para zona alta sistema Santana (vazão 37 l/s)	2018	Não Concluído	
Booster do sistema Santana para sistema Aeroporto (vazão 15 l/s)	2018	Não Concluído	
Substituição de redes antigas	2041	Não Concluído	
Substituição dos hidrometros com vida útil vencida	2041	Não Concluído	
Elaboração de plano de proteção de nascentes e margens dos mananciais	2041	Não Concluído	

Quadro 3 – Resultados do relatório de fiscalização 48/2017 – Sistema de Abastecimento de Água.

Fonte: Própria (2021)

Relatório de fiscalização 2017 - Referente às ações previstas de SES pelo PMSB (2012)			
Ações	Prazo	Resultado	Observações
Implementar o interceptor, rede coletora Bacia do Pau Furado, residencial Serra Verde II e setor JK - Recurso FUNASA (extensão = 45.299 m)	2012	Não Concluído	Em execução, por meio de contrato com a FUNASA
Ampliação de ligações domiciliares - Recurso FUNASA (3.019 ligações)	2012	Concluído com atraso	3.383 ligações
Ampliação de redes coletoras (extensão = 32.767, Total = 78.066 m)	2014	Não Concluído	59.853 m executados
Estudos e projetos para atender setores Dona Quininha, Parque das Araras e outros	2014	Não Concluído	Em execução pela Concremat, além de convênio Município/FUNASA
Ampliação de ligações domiciliares (1.369, Total = 4.388 ligações)	2015	Não Concluído	3.383 ligações
Ampliação de ligações domiciliares (1.527, Total = 4.546 ligações)	2016	Não Concluído	3.383 ligações

Quadro 4 – Resultados do relatório de fiscalização 48/2017 – Sistema de Esgotamento Sanitário.

Fonte: Própria (2021)

ANEXO 2:

Valores do Índice de Qualidade da Água - Relatórios de indicadores de qualidade encaminhados à AGR			
Relatório	Referência	IQA	Qualidade da água
RF 17/2018	Outubro de 2017	89,66	Boa
	Novembro de 2017	93,23	Boa
	Dezembro de 2017	97,89	Boa
RF 79/2018	Janeiro de 2018	100,00	Ótima
	Fevereiro de 2018	99,03	Boa
	Março de 2018	98,64	Boa
RF 96/2018	Abril de 2018	100,00	Ótima
	Maior de 2018	99,80	Boa
	Junho de 2018	98,19	Boa
RF 150/2018	Julho de 2018	97,99	Boa
	Agosto de 2018	95,58	Boa
	Setembro de 2018	98,21	Boa
RF 21/2019	Outubro de 2018	98,25	Boa
	Novembro de 2018	97,39	Boa
	Dezembro de 2018	94,66	Boa
RF 50/2019	Janeiro de 2019	100,00	Ótima
	Fevereiro de 2019	93,20	Boa
	Março de 2019	98,54	Boa
	Abril de 2019	100,00	Ótima
	Maior de 2019	99,72	Boa
	Junho de 2019	98,76	Boa

Quadro 1 – Valores do índice de qualidade da água segundo relatórios encaminhados à AGR.

Fonte: Própria (2021)

Capítulo 6



10.37423/220806423

INOVAÇÃO EMPRESARIAL E O CONTEXTO POR MELHORIAS PRODUTIVAS

Daniel Mantovani

Universidade Estadual de Maringá

Luis Fernando Cusioli

Universidade Estadual de Maringá

Driano Rezende

Centro Universitário FAEMA

Rafael Germano Dal Molin Filho

Universidade Federal do Paraná



Resumo: Com o grande crescimento econômico brasileiro, veio o aperfeiçoamento, qual inclui funcionários devidamente envolvidos com seus conhecimentos, incorporados ao longo de estudos e experiências profissionais. Nesse sentido, as empresas tornaram-se criteriosas em buscar profissionais habilitados com cursos externos, após a sua graduação, deixando de lado o quesito aperfeiçoamento interno, ou seja, na qual a empresa busca habilitar o seu funcionário para que o mesmo possa gerenciar o seu setor de trabalho. Diante do contexto argumentado, o presente estudo aborda a discussão sobre o perfil dos colaboradores empresariais buscando medir a satisfação no quesito treinamento aplicado para motivação pessoal, a fim de obter melhorias no local de trabalho. O questionário proposto apresentou resultados oportunos que permitiam a realização de discussões oportunas na capacitação de pessoas. Assim, com a aplicação do questionário semiestruturado aplicado aos colaboradores do setor de compras, funcionários da instituição de ensino, observou-se que em média 74% dos entrevistados, estão motivados na empresa, especialmente pela integração entre as equipes, reconhecimento pessoal/profissional por parte da empresa e seus gestores. Outro fator observado provém da relação na busca por melhoria contínua voltada na qualificação profissional, incentivo financeiro e planos de carreira que atendam a qualificação já obtida por seus colaboradores.

Palavras-chave: Capacitação. Empresas. Cursos de extensão.

INTRODUÇÃO

O crescimento econômico brasileiro resultou no aumento do aperfeiçoamento profissional, o qual diz respeito aos funcionários devidamente comprometidos com seus conhecimentos incorporados ao longo de seus estudos e experiência profissionais. Assim, as empresas tornaram-se criteriosas no sentido de buscar profissionais habilitados com cursos extensão, após a graduação, deixando de lado o quesito aperfeiçoamento interno, ou seja, na qual a empresa busca habilitar o seu funcionário para gerenciar o seu setor de trabalho mediante ao estímulo e parcerias com empresas para aplicação de curso in loco. ⁽¹⁾

A falta de estruturas voltadas aos Recursos Humanos (RH) nas empresas brasileiras é muito grande. No entanto, a busca por melhorias a fim de minimizar a desmotivação de colaboradores e a alta evasão nas empresas é um grande dilema a ser enfrentado.

No Brasil, poucas décadas foram criados setores de RH, os quais encontram-se em empresas de médio e grande porte, empresas de pequeno porte são raras as exceções. Muitos dos problemas são voltados a rotatividade que provém da falta de recursos que as empresas oferecem, especialmente em linhas de produção, fazendo de seus colaboradores “verdadeiras máquinas automatizadas”. ^(2,3) O crescimento e desenvolvimento de pessoas nas áreas empresariais provem de interesses supridos por treinamentos na área de Tecnologia e Desenvolvimento (T&D). Esses treinamentos objetivam ofertar às organizações estímulos de tomadas de decisões, referentes aos desafios em atender dificuldades na administração de pessoas e suas características. ⁽⁴⁾

Novas concepções das organizações, a partir da globalização, fizeram com que mudanças ocorressem.

Esse novo perfil motivador, enquadra pela evolução da educação e enfoque contínuo da competitividade nas empresas, gerando verdadeiros transtornos para os colaboradores e empresários que buscam pessoas cada vez mais atuantes e conhecedoras no perfil de liderança. ⁽⁵⁾ Nesse âmbito, as empresas buscam pessoas com capacidade de se envolver em inúmeras tarefas a serem executadas no dia-a-dia, mas muitos desses talentos contidos nos colaboradores são deixados de lado pelas empresas, as quais deveriam estimular e desenvolver o potencial de seus funcionários. ⁽⁶⁾

Ribeiro⁽²⁾ relata que muitas empresas não focam o RH como uma área de posição estratégica, muitas vezes é visto somente como um simples departamento de pessoas essencialmente burocrático atrelado a treinamentos de colaboradores. Para Rocha⁽⁷⁾ treinar é ir além da aprendizagem, é levar o

colaborador da empresa a adquirir conceitos e direcionamentos dos representantes legais, das empresas, a ministrarem conteúdos específicos de cada setor, com enfoque no desenvolvimento organizacional e motivacional. Já para Magalhães e Borges-Andrade(8) o treinamento agrega em melhorias contínuas contribuindo especialmente no aumento da autoestima e no fator motivacional. Chiavenato⁽⁹⁾ complementa que a motivação, autoestima e confiança dos colaboradores nas organizações, onde realizam tarefas diversificadas, eleva a competitividade empresarial, as quais representam.

Os principais marcos da humanidade foram obtidos pela busca do conhecimento. Conforme enfatizado por Wayne⁽¹⁰⁾, no mundo são gastos bilhões de dólares para a melhoria contínua de colaboradores ativos pelas instituições, com objetivo em agregar conhecimentos específicos e tecnológicos, de modo a ofertar-lhes informações atualizadas e progressão profissional.

Essa qualificação eleva custos nas empresas que, em muitos casos, apresentam receios em dar oportunidades a seus colaboradores, pois temem perdê-los para os concorrentes diretos. Investir em colaboradores é um excelente caminho para desenvolver o progresso administrativo e empreendedor dentro da organização, empresas que investem na formação de colaboradores melhoram na produtividade e acima de tudo obtêm lucros diferenciados. ⁽¹¹⁾

A passagem da crise iniciada no final de 2008 na União Europeia resultou em crescimento mundial de 38% na rotatividade de colaboradores, nas empresas privadas. No Brasil, a crise foi observada no início de 2014 que segundo Melo(13) a rotatividade foi de aproximadamente 82% dos colaboradores no meio empresarial. Entrevistas realizadas para conhecer o motivo desse aumento, apontaram baixas remunerações juntamente com a falta de reconhecimento dos empreendedores (33%), desmotivação (30%), preocupação com o futuro da empresa (29%) e por último a falta de um departamento de recursos humanos (RH) voltado a autoestima e motivação dos colaboradores (8%). ⁽¹²⁾

Outro resultado obtido pela pesquisa são as perdas de colaboradores com alta capacidade profissional, os colaboradores “conhecidos” como “talentosos”. A rotatividade desses profissionais, em diferentes países, oscila em média 56%, já no Brasil a média é de 59% em todos os setores da economia brasileira. Essas perdas elevam os custos empresariais no sentido de oferecer capacitação profissional, especialmente pelo longo período de treinamento. ⁽¹²⁾

A qualificação dos brasileiros ainda não é um motivo de orgulho para a nação, especialmente por tratar-se de um país de terceiro mundo com inúmeros problemas sociais, políticos e econômicos ao longo de toda a sua extensão territorial. Segundo a Organização para a Cooperação e o

Desenvolvimento Econômico (OCDE) 43% da população brasileira com idade entre 25 a 64 não possui ensino médio completo, conseqüentemente, tal perfil, traz ao país inúmeros problemas relacionados à produção intelectual e avanços tecnológicos. Em relação ao quesito ensino superior, é observado que a população brasileira encontra-se apenas com 12% de formados no ensino superior, na comparação com outros países da OCDE esse quesito é de 32%. ⁽¹³⁾

Desse modo, a tendência dos brasileiros, perante baixos salários e altas taxas de impostos, é de não investirem na carreira profissional. Altas taxas de impostos (as mais caras do mundo) pagas por empresários brasileiros resulta na falta de investimentos na área de treinamento dos funcionários na área de T&D. ⁽¹⁴⁾

Diante do contexto argumentado, o presente estudo aborda a discussão sobre o perfil dos colaboradores empresariais a fim de medir a satisfação no quesito treinamento e motivação pessoal, buscando obter melhorias nas dependências do local de trabalho.

Já ações dos objetivos específicos ajudaram buscar os motivos relacionados à falta de benefícios que as empresas deixam de aplicar aos seus colaboradores, demonstrar para as empresas a importância do aperfeiçoamento profissional de seus colaboradores, fornecer dados aos colaboradores sobre a importância da motivação contínua no trabalho e apresentar propostas idealizadoras aos empresários de modo a combater a evasão por parte de seus colaboradores.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A referida empresa voltada para a educação do ensino superior começou sua trajetória acadêmica no início da década de 90, com dois cursos na cidade de Maringá estado do Paraná. A partir da inauguração ocorreu um crescimento exponencial, atualmente a presente instituição conta com mais de 46 cursos de graduação, entre Pós-Graduações Lato Sensu (Especialização) e Stricto Sensu (Mestrado) com aproximadamente 2000 colaboradores. Conseqüentemente, mais de 16 mil alunos de diversas cidades e estados do país estão matriculados.

Com o grande movimento de estudantes e dependências físicas, os colaboradores atuam em diversos setores ou departamentos voltados em manter a integridade da estrutura física, bem como atuar no crescimento científico em novas linhas de pesquisas, ampliação.

2.2 LEVANTAMENTO DE DADOS

Segundo Marconi e Lakatos⁽¹⁵⁾, o uso de ferramentas de apoio durante o levantamento de dados, como questionários, auxiliam nos resultados das pesquisas, bem como na obtenção de respostas concretas. Para Chizzotti⁽¹⁶⁾, pesquisas são classificadas pelo tipo de dados coletados, entre eles qualitativos e quantitativos. Os qualitativos são aquelas que não ocorrem à quantificação por números, enquanto a quantitativa envolve números e explorações dos dados obtidos.

Por outro lado Vergara⁽¹⁷⁾ relata que o pesquisador deve definir o tipo de pesquisa em relação ao formato da investigação como os descritivos, explicativos, metodológicos, pesquisa de campo entre outros. Com base nessas informações, na presente pesquisa aplicou-se questionário em uma instituição de ensino superior privada, composta por setores que compõem as mais diversas áreas administrativas da empresa, localizada na cidade de Maringá região Noroeste do estado do Paraná.

O visa abordar questionário respostas pertinentes ao perfil dos colaboradores relacionando a satisfação no quesito treinamentos aplicados, motivação pessoal e melhorias nas dependências de trabalho. A abordagem nas pesquisas de campo deve ser sucedida com a apresentação do tema pelo pesquisador e direcionamento dos resultados após a coleta de dados.

Neste sentido, a coleta de campo direcionada aos questionários foi repassada para os colaboradores dos setores avaliados, mediante a leitura para orientações básicas, na forma de preenchimento e obtenção de respostas claras. O questionário confeccionado consiste em um total de seis (seis) questões, todas voltadas a área de gestão de pessoas.

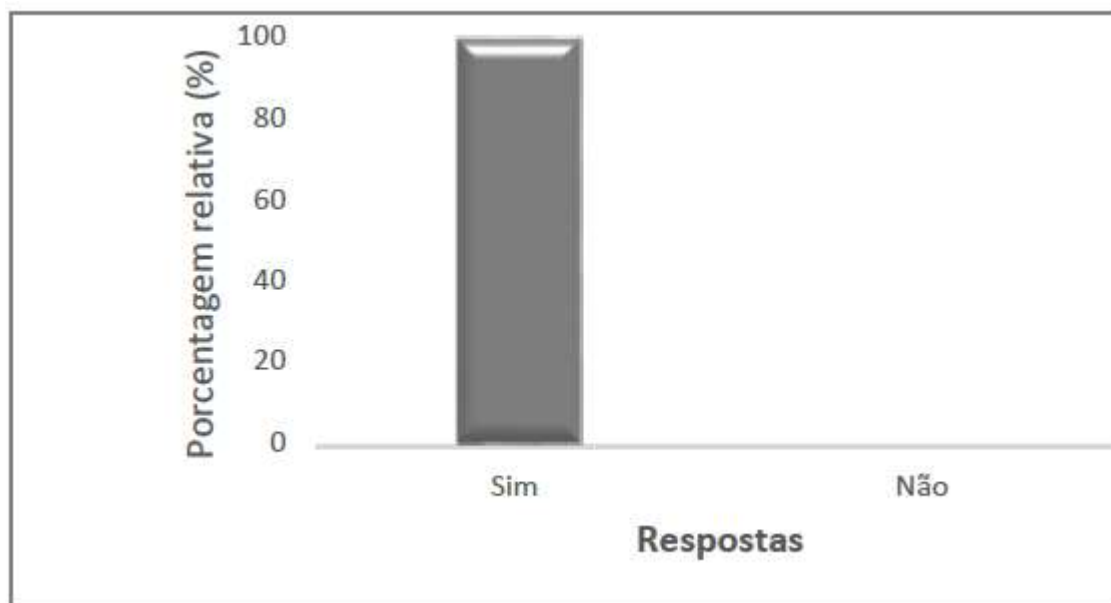
O número de pessoas avaliadas não ultrapassou 50 colaboradores de 8 (oito) departamentos (representando a administrativa). A escolha do presente estudo se deve ao grande potencial empregador da referida instituição, que hoje conta com mais de 2000 colaboradores e projetos voltados para a qualificação profissional.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram organizados em representações gráficas e seguem organizados conforme cada questão abordada no questionário (100% dos entrevistados). A primeira questão abordou o ambiente de trabalho (luminosidade, equipamentos, internet etc.), sendo: “Com relação ao ambiente de trabalho o funcionário consegue gerar conhecimento a partir das atividades rotineiras realizadas na instituição”?

A Figura 1 apresenta os resultados da Questão 1:

Figura 1 - Resultados obtidos na questão 1, relacionada ao ambiente de trabalho compatível ao processo

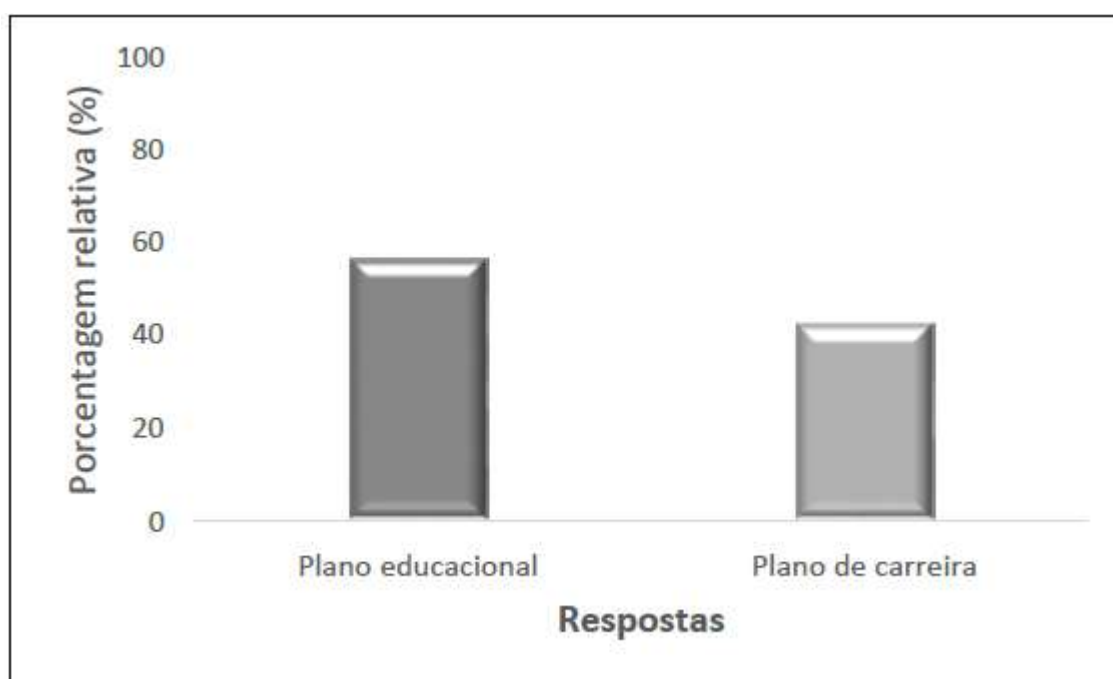


Fonte: Pesquisa do autor, 2015.

Conforme **Figura 1**, todos os colaboradores relataram gerar conhecimentos a partir de suas atividades rotineiras. Esse fato é explicado por Pouget⁽¹⁸⁾ que menciona sobre o “despertar” e interesse em buscar atualização do conhecimento, de modo a não perder espaço na competitividade com a nova fase da “geração Y”, ou seja, se o colaborador da empresa não tiver interesse pelo seu desempenho, “terá a possibilidade de ser desligado da empresa”, especialmente pela competição externa que busca a qualificação e uma oportunidade nesse meio.

Na **Figura 2** são apresentados os valores relacionados aos benefícios propostos pela instituição de ensino superior aos seus colaboradores. **Questão 2:** “Com relação aos benefícios propostos pela empresa, aponte qual deles (Plano educacional ou Plano de carreira) está mais relacionado a Gestão de Pessoas e motivação na sua opinião”.

Figura 2 - Benefícios propostos pela instituição de ensino superior aos seus colaboradores.



Fonte: Pesquisa do autor, 2015.

Conforme **Figura 2**, a maior parte dos entrevistados aprova o plano educacional, com 57% dos entrevistados. O objetivo desse plano é que o colaborador receba vantagens e descontos para realizar graduação ou Pós- Graduação de nível *Stricto sensu*, em diferentes áreas de atuação. No entanto, o outro perfil abordado está relacionado com a carreira dentro da instituição, onde 43% dos entrevistados relatam que gostariam de receber como benefício um plano de carreira interno, de modo a promover seu crescimento profissional.

Segundo Silva⁽¹⁹⁾, antigamente os benefícios empresariais, somente eram fornecidos a colaboradores que desenvolviam funções trabalhistas rudes e adversas, atualmente, mudanças foram realizadas para melhoria de vida, especialmente, do colaborador principal envolvido nas funções trabalhistas. No entanto, as empresas necessitam de qualificação profissional para atender suas

necessidades, assim surgem os benefícios empresariais, como: plano de saúde, cursos de extensão, graduação, treinamento *in loco* vislumbrando a uma melhor qualificação dos colaboradores bem como, a busca de talentosos para atuarem em seus departamentos.

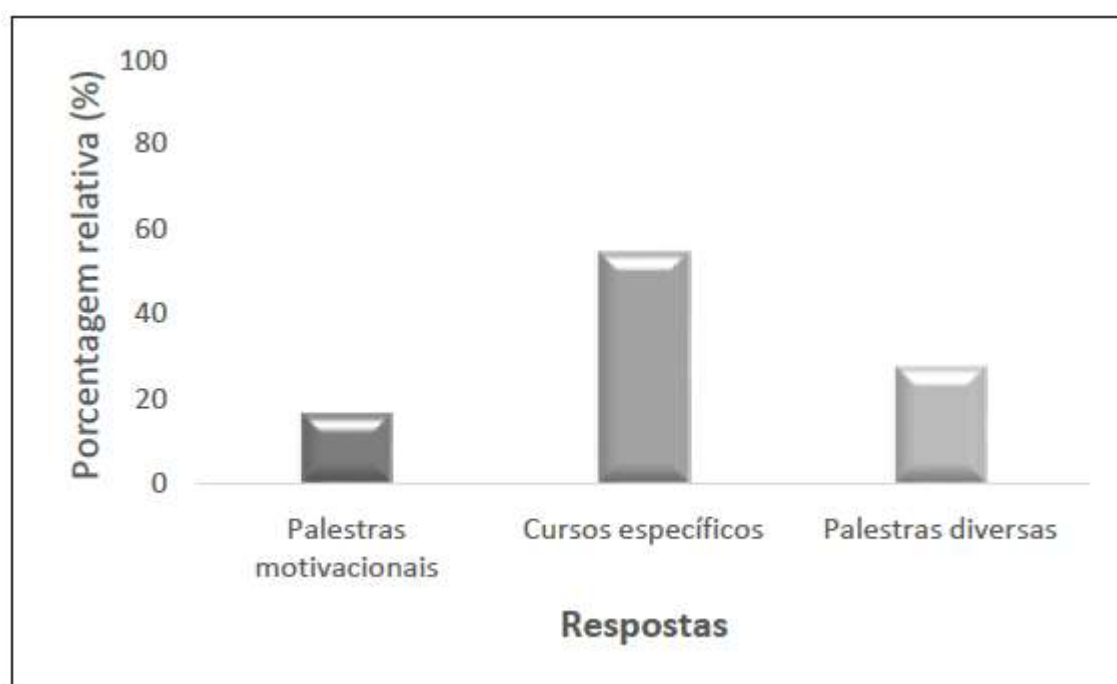
Já para Chiavenato⁽²⁰⁾, os benefícios que as empresas repassam aos seus colaboradores provém de uma remuneração indireta, para facilitar o relacionamento interpessoal entre empresa versus

colaborador. Poupando assim, investimentos em outros setores por parte dos colaboradores e manutenção da renda salarial.

A terceira questão abrange a busca de melhoria contínua relacionada ao treinamento dos colaboradores na instituição de ensino, sendo: “A empresa apresenta um perfil inovador ou seja, busca a melhoria contínua de seus colaboradores com incentivo focado no treinamento externo, quais?

Os resultados da **Questão 3** seguem ilustrados na **Figura 3**.

Figura 3- Busca de melhoria contínua relacionada ao treinamento dos colaboradores na instituição de ensino.



Fonte: Pesquisa do autor, 2015.

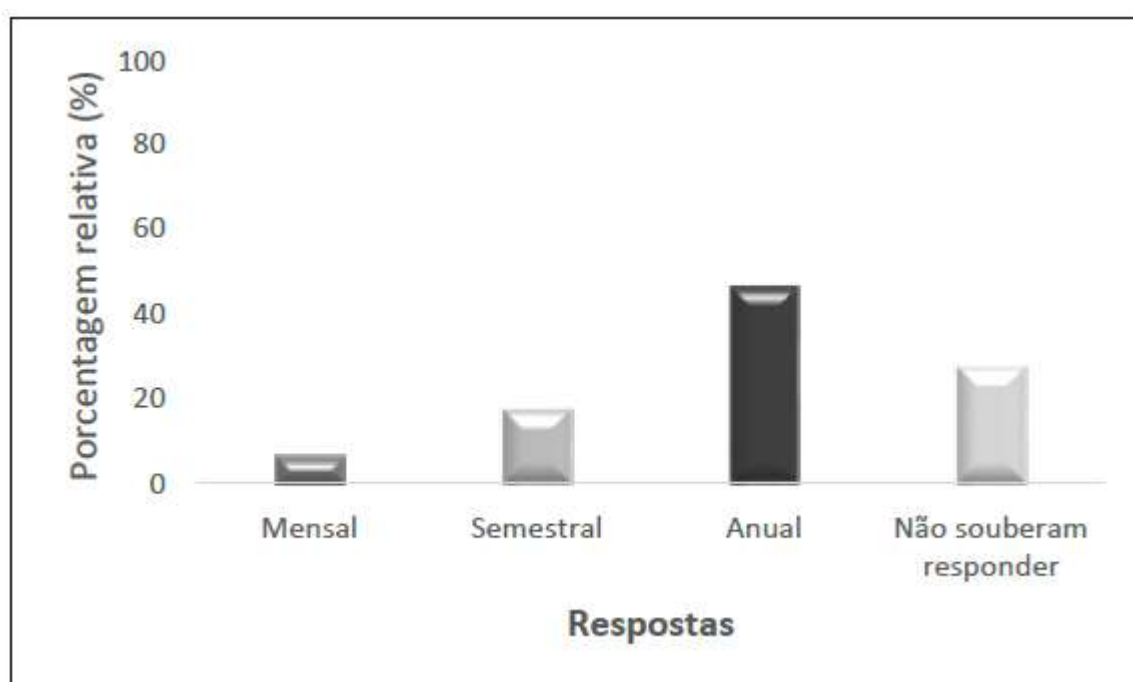
Conforme **Figura 3**, 100% dos colaboradores responderam sim, em que 17% participaram de palestras motivacionais fornecida pela empresa, 55% na participação em cursos direcionados no formato in loco, ou seja, cursos específicos na área de atuação e, 28% participaram de palestras destinadas a diversas finalidades.

Para Lacombe⁽²¹⁾ o treinamento de colaboradores pelas empresas visa o desenvolvimento pessoal e prático, voltados em atividades diárias. No entanto, empresas que não realizam qualquer treinamento enfrentarão dificuldades, especialmente no quesito rotatividade e falta de competitividade entre seus concorrentes diretos.

Para Marras(22) o treinamento empresarial, propícia aos empregadores a implantação de uma cultura de curto prazo, passando aos colaboradores conhecimento, habilidades, atitudes que servirão como base para sua atuação profissional elevando a capacitação.

A **Questão 4** abordou os períodos que a instituição aplica cursos de capacitação, sendo: “Relacione os períodos nos quais os colaboradores são levados a realização de cursos voltados a qualificação profissional”. Os resultados são ilustrados na **Figura 4**.

Figura 4 - Períodos que a instituição aplica cursos de capacitação

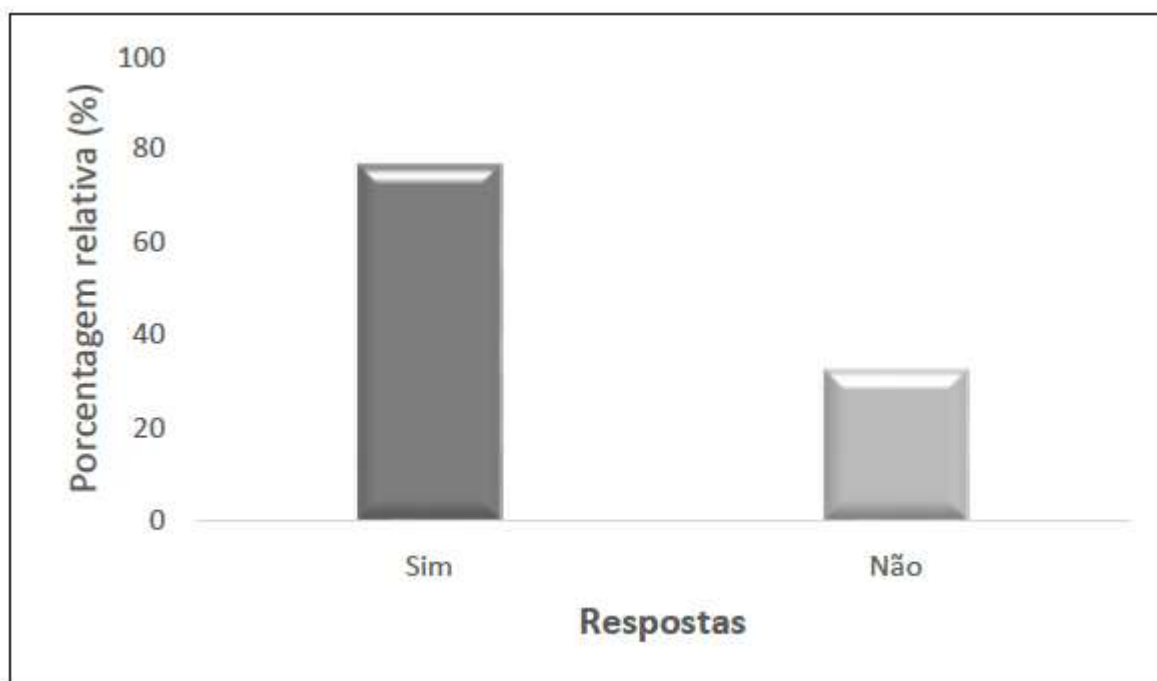


Fonte: Pesquisa do autor, 2015.

De acordo com os resultados (**Figura 4**) a maior frequência de cursos ocorre anualmente com 47%, 28% dos entrevistados não souberam responder, 18% para semestral, e apenas 7% para mensal. Possivelmente esses resultados são reflexo da atual economia brasileira, estagnada, desse modo existem diferentes motivos para evitar despesas e as empresas buscam cortar custos relacionados a aquisição de novos equipamentos, empregar profissionais com maior qualificação e reduzir o treinamento de seus colaboradores. Segundo Castilho(23) é de extrema importância buscar o melhoramento contínuo em treinamentos, mesmo por meios/tecnologias mais econômicas, de modo a preparar o colaborador para o bom atendimento a sociedade e encabeçamento grupal com a organização a qual participam.

Na **Figura 5** seguem ilustrados os resultados da **Questão 5**, relacionada com os custos realizados para melhoria da qualificação profissional e o conhecimento adquirido. A questão abordada foi “Após os cursos realizados para sua qualificação profissional, você percebeu que seu conhecimento melhorou? você conseguiu aplicar na empresa onde trabalha?”.

Figura 5 - Após os cursos realizados para sua qualificação profissional, você percebeu que seu conhecimento melhorou, e você conseguiu aplicar na empresa onde você trabalha?



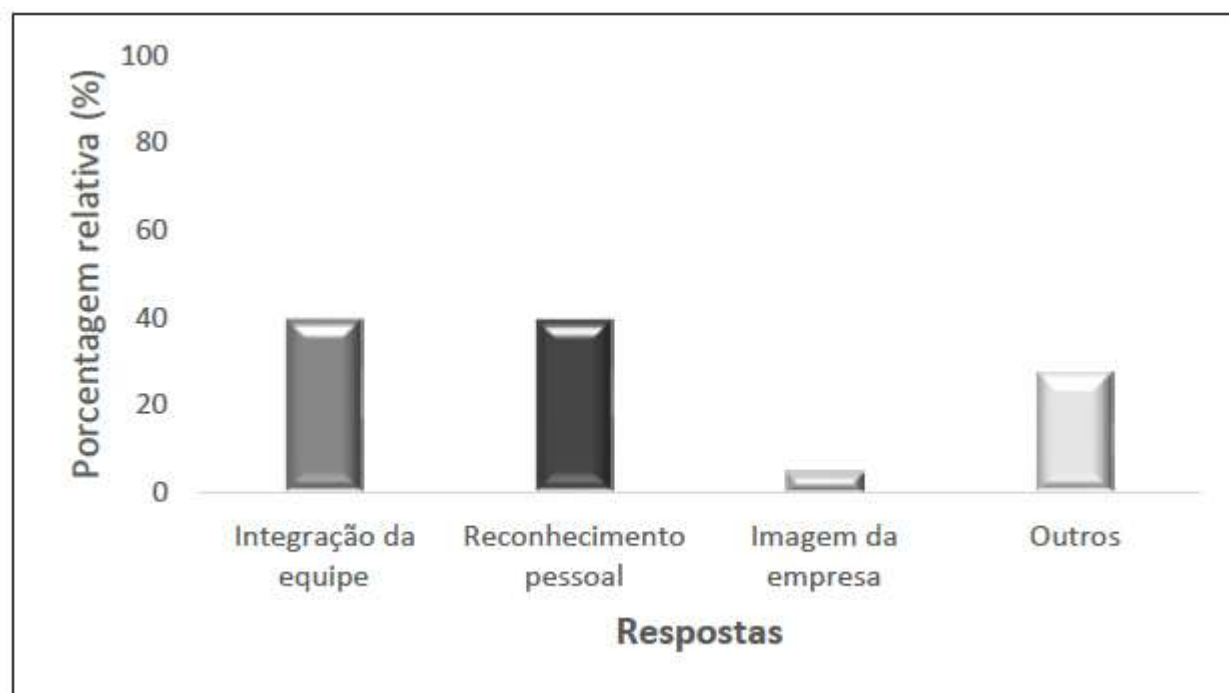
Fonte: Pesquisa do autor, 2015.

Conforme Figura 5, a maior porcentagem (77%) dos entrevistados relatam ter adquirido conhecimentos e posto o mesmo em prática durante suas rotinas de trabalho. E para 23% dos entrevistados os treinamentos não foram eficazes para melhoria do conhecimento. Nesse sentido, com a inclusão de cursos de extensão in loco bem como, realização de cursos específicos na atuação profissional, observa-se o desinteresse de alguns colaboradores o qual é um fator que realça a perda do conhecimento, especialmente pela falta de interesse no crescimento e serviço desempenhado.

Para Vasconcellos⁽²⁴⁾ o incentivo fornecido pelas empresas como treinamento objetiva a educação e ensinamento na mudança de comportamentos, por parte dos colaboradores, e obter habilidades vinculadas as rotinas de trabalho. No entanto, isso não ocorre de forma contínua, conforme pesquisa aplicada observa-se que 23% não conseguem ou apresentam algumas dificuldades na capacitação e aprendizado.

Por último, na **Figura 6** é ilustrado os resultados obtidos com a **Questão 6**, que avaliou o perfil motivacional no trabalho em que os colaboradores estão envolvidos, sendo questionado: “Qual a origem da sua motivação pessoal no trabalho”?

Figura 6 - Perfil motivacional no trabalho em que os colaboradores estão envolvidos



Fonte: Pesquisa do autor, 2015.

Na Figura 6 observa-se que 40% dos colaboradores são motivados pela integração de equipe, seguido pelo reconhecimento pessoal com outros 40% e finalizando com apenas 3% provindos da imagem da empresa. Demais entrevistados não souberam responder tal pergunta.

Para Lam(25) um dos principais meios motivacionais nas empresas provém da prática a qual as pessoas se conheçam e se relacionam, mesmo estando no local de trabalho esse processo reflete em boas condições de trabalho entre ambos, elevando a autoestima e confiança. Outro fator mencionado é quando o gestor passa a investir seu tempo em permanecer mais próximo da equipe de trabalho, isso faz com que o espírito de líder do gestor passe aos seus subordinados.

Atualmente as pesquisas relacionadas com a avaliação e satisfação dos colaboradores são crescentes no meio profissional(25,26,27). Essas ferramentas de apoio são importantes durante o levantamento de dados, auxiliando nos resultados e na obtenção de respostas concretas da atual satisfação dos colaboradores em relação ao empregador.

4 CONCLUSÕES

Os questionários aplicados aos colaboradores da instituição do ensino superior reforçam resultados positivos em relação a empresa e seus colaboradores, especialmente por haver concordância entre os atributos citados ao longo da pesquisa aos seus entrevistados.

Entre os fatores de maior relevância e citação, observam-se os quesitos conhecimento gerado ao longo do tempo de serviço, bem como a motivação no ambiente com grande evidência na integração entre as equipes e reconhecimentos pessoais por parte da empresa e de seus gestores geralmente atuam na administração.

Assim, conclui-se que o incentivo aplicado pela empresa como plano de carreira e parceria educacional são fatores que prolongam o interesse dos colaboradores entre todos os setores administrativos pesquisados, especialmente pelo conhecimento adquirido ao longo dos cursos de extensão aplicado bem como o in loco. Já a realização de cursos diversos provém da melhoria contínua voltada no interesse da instituição e funcionários onde a grande maioria, com cerca de 67%, destacaram aproveitar o conhecimento adquirido em palestras, cursos intensivos e extensivos.

Nesse sentido é observado que o plano de gestão utilizado pela empresa pesquisada foi mediar a satisfação no quesito treinamento aplicado para motivação pessoal e satisfação pela empregabilidade de seus colaboradores. No entanto, observa-se a necessidade da busca pela melhoria contínua voltada na qualificação profissional, incentivo financeiro e planos de carreira a fim de atender a qualificação já obtida por seus colaboradores.

REFERÊNCIAS

1. Aquino BD, Vieira JMN, Fagundes RNE. Treinamento e desenvolvimento: como ferramenta de incentivo a motivação do desempenho dos colaboradores de uma organização. [Monografia] Pindamonhangaba (SP): Faculdade de Administração/FUNVIC; 2017.
2. Ribeiro LA. Gestão de Pessoas. Ed. Saraiva; 2006.
3. Fox, M. Vaidyanathan, G. Impacts of healthcare big data: a framework with legal and ethical insights. Issues in Information Systems, 2016; 17(3).
4. Araújo LCG, Garcia AA. Gestão de Pessoas, Edição compacta. Editora Atlas S.A, São Paulo; 2010.
5. Chiavenato I. Administração de recursos humanos: fundamentos básicos. 5 ed. São Paulo: Atlas; 2003.
6. Ulrich, D. Os campeões de Recursos Humanos: Inovando para obter os melhores Resultados. 6. ed. Futura, São Paulo; 1998.
7. Rocha AF. Evolução do trabalho e da tecnologia e seus impactos sobre a educação e a qualificação do trabalhador: uma abordagem teórica; 1999.
8. Magalhães ML, Borges.Andrade JE. Auto e hetero.avaliação no diagnóstico de necessidades de treinamento. Revista estudos de psicologia, v. 6, n. 1, 2001.
9. Chiavenato I. Gestão de pessoas: o novo papel dos recursos humanos nas organizações. Rio de Janeiro: Campos; 1999.
10. Wayne C. Investimento em pessoas: como medir o desempenho financeiro das iniciativas em recursos humanos. Ed. Bookman, Porto Alegre; 2010.
11. Matta V. Investimentos na qualificação dos colaboradores ajudam a reter talentos [citado em 10 de Julho de 2013]. Disponível em:
<http://www.sbcoaching.com.br/blog/motivacao/investimentos.na.qualificacao.dos.colaboradores.ajudam.a.reter.talentos/>.
12. Melo L. No Brasil, rotatividade de pessoal cresceu 82%. [citado em 25 de Junho de 2014]. Disponível em:
<http://exame.abril.com.br/negocios/noticias/no.brasil.turnover.cresce.o.dobro.da.media.mundial>.
13. OCDE. Organization for economic cooperation and development. Education at a Glance 2013: OECD indicators. Paris: OECD; 2013.
14. Tavares E. 10 países com maiores impostos e menor retorno para a população. [citado em 26 de Janeiro de 2012]. Disponível em:
<http://exame.abril.com.br/economia/noticias/10.países.com.maiores.impostos.e.menor.retorno.para.a.população>.
15. Marconi MA, Lakatos EM. Fundamentos de metodologia científica. São Paulo: Atlas; 2007.

16. Chizzotti A. Pesquisa em ciências humanas e sociais. 3. ed. São Paulo: Cortez; 1998.
17. Vergara SC. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 5. ed. São Paulo: Atlas; 2004.
18. Pouget P. Intégrer et Manager la Génération Y. Paris: Editions, Vuibert, 2010.
19. Silva GJR. Benefícios sociais como estratégia organizacional. [citado em 26 de abril de 2017]. Disponível em:

<http://www.webartigos.com/artigos/beneficios.sociais.como.estrategia.organizacional/112484/>.
20. Chiavenato I. Empreendedorismo: dando asas ao espírito empreendedor: empreendedorismo e viabilidade de novas empresas: um guia eficiente para iniciar e tocar seu próprio negócio. 2 ed. São Paulo: Saraiva; 2007.
21. Lacombe FJM. Recursos Humano princípios e Tendências. 2 ed. São Paulo: Saraiva; 2011.
22. Marras JP. Administração de recursos humanos: do operacional ao estratégico. 4 ed. São Paulo: Futura, 2001.
23. Castilho V. Educação continuada em enfermagem: a pesquisa como possibilidade de desenvolvimento de pessoal. O Mundo da Saúde, v.24, 5, p. 357.360, 2000.
24. Vasconcellos JEA. Importância da área de treinamento dentro das empresas. [citado em 2 de setembro de 2015]. Disponível em:

<http://www.rhportal.com.br/artigos.rh/a.importncia.da.rea.de.treinamento.dentro.das.empresas/>.
25. Lam C. 6 maneiras baratas de motivar a equipe de sua empresa. [citado em 19 de julho de 2013]. Disponível em:

<http://exame.abril.com.br/pme/noticias/6.maneiras.baratas.de.motivar.a.equipe.da.sua.empresa.>
26. Monteiro JR, Santos JWXM. Qualidade de vida no trabalho: um estudo com os funcionários e estagiários do setor administrativo da FADBA. Revista Formadores 2017; 10 (1): 22.
27. Diehl E. Influência da cultura organizacional no comportamento dos colaboradores da Metalúrgica MOR: um estudo de caso. [monografia]. Santa Cruz do Sul (SC): Faculdade de Administração/UNISC; 2017.
28. Dória AS. Sano, Lima HJP, Silva AFSBS. Inovação no setor público: uma instituição pública de ensino sob a ótica dos servidores e colaboradores. Revista do Serviço Público 2017

Capítulo 7



10.37423/220806447

SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO NA LOGÍSTICA 4.0: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO

Diogo Pedriali

*Centro Estadual de Educação Tecnológica
Paula Souza*

Carlos Hideo Arima

*Centro Estadual de Educação Tecnológica
Paula Souza*

Fabricio José Piacente

*Centro Estadual de Educação Tecnológica
Paula Souza*



Resumo: O objetivo deste artigo foi identificar o nível de importância da segurança da informação que a Logística 4.0 tem demandado por meio da análise da literatura científica internacional. Foram consultadas as bases de dados Google Acadêmico e CORE, e o período pesquisado foi de 2014 a 2019. Este estudo trata-se de uma pesquisa do tipo exploratória e descritiva que se utilizou de bibliometria e de computação cognitiva. Foram selecionadas 33 publicações que abordam a segurança da informação, a logística interna industrial e a Logística 4.0. Percebe-se que há oportunidade de desenvolvimento de ferramentas que auxiliem a segurança das informações compartilhadas com a cadeia de suprimentos.

Palavras-chave: Segurança da Informação; Logística 4.0; Bibliometria.

1. INTRODUÇÃO

O setor logístico desempenha papel fundamental nos sistemas econômicos e na rotina cotidiana. Dadas necessidades de aumentar a eficiência, a lucratividade e a redução dos custos de produção e mão-de-obra em todos os setores empresariais, a redução dos custos de logística mostrou-se uma tarefa importante para os gerentes.

Nesse sentido um conjunto de investimentos em inovações de processos e gestão são aplicados cotidianamente nas diversas esferas das organizações na busca de melhoria. Galhardi & Zaccarelli. (2005) identificou que o problema do desenvolvimento de inovações tecnológicas é complexo, e que não existe necessariamente uma relação linear entre o nível de financiamento disponível e o número de inovações que realmente funcionam a nível empresarial. Assim, a busca por alternativas tecnológicas na área de informática tem ganhado destaque no setor de logística.

A adoção das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) por diversas empresas têm apresentado como resultados o aumento da eficiência operacional, a diminuição dos erros de entrada de dados, a diminuição dos custos e o aumento do nível de atendimento ao cliente (Muhammad et al., 2014).

Nota-se que devido ao aumento da competitividade entre as empresas, a evolução do departamento de logística se mostra como medida estratégica diferenciada. Deve-se buscar diminuir a utilização de computadores básicos e impressão de documentos, e aumentar o uso de tecnologia de automação logística, tais como, sistemas computacionais avançados, servidores de dados e robôs de movimentação de materiais por todo o espaço de trabalho sem a necessidade de entrada ou supervisão humana (Wood et al., 2014).

No futuro, as fábricas confiarão totalmente em software compatível com tempo real que pode ser interligado espontaneamente (Sauer, 2014).

É um grande desafio o desenvolvimento de infraestruturas seguras para o compartilhamento de dados com as diferentes partes interessadas do negócio, e que garanta a privacidade e a segurança dos dados (El Kadiri et al., 2016).

Galeale et al. (2017) analisaram os controles citados nas políticas de segurança da informação das organizações visando identificar a existência de dispositivos recorrentes para subsidiar a tomada de decisão pelo gestor da informação, acerca dessa política. Destacaram a importância dos controles criptográficos que protegem a confidencialidade, a autenticidade ou a integridade das informações transitadas dentro e fora das organizações.

No trabalho de Wood et al.(2014), as tecnologias logísticas são categorizadas em cinco elementos, sendo sistemas de informações logísticas, sistemas de gerenciamento de transporte, Sistemas de Informação Geográfica (SIG), Sistemas Avançados de Planejamento (SAP) para controle de inventário e sistemas de gerenciamento de eventos da cadeia de suprimento (SCEM). Os sistemas de Planejamento de Recursos Empresariais (ERP) substituem ou incorporam essas estas formas de tecnologia logística.

Nota-se que ainda há a necessidade de abordar os problemas ligados a definição de infraestruturas e padrões apropriados, a garantia da segurança dos dados e o treinamento de funcionários para seguir o caminho da Indústria 4.0 (Hofmann & Rusch, 2017).

A frequência e o impacto financeiro dos ataques cibernéticos nas empresas dobraram nos últimos cinco anos e devem triplicar nos próximos cinco anos. A violação da segurança cibernética representa um desafio dinâmico para as empresas e ameaça suas operações e sua vantagem competitiva (Sarder & Haschak, 2019).

O objetivo geral deste artigo é identificar, através de um estudo bibliométrico em bases de artigos científico, como as pesquisas tem abordado o nível de importância da segurança da informação que a Logística 4.0 demanda.

Neste artigo especial atenção é dada a segurança cibernética e na identificação de quais técnicas de segurança têm sido aplicadas na logística interna das indústrias.

A coleta e análise de dados neste estudo se limitou às bases de dados CORE (core.ac.uk) e Google Acadêmico e somente os documentos científicos que tratam dos sistemas de informação da logística interna da produção industrial foram utilizados.

O artigo contém, além da introdução, na sequência, o referencial teórico que apresenta os conceitos fundamentais do trabalho; o método utilizado para o desenvolvimento do estudo, que está contido na terceira seção; na quarta seção são apresentados os resultados e as discussões pertinentes a síntese dos documentos coletados; as considerações finais, bem como a identificação de limitações e oportunidades de estudos futuros são apresentadas na quinta seção deste trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Gestores utilizam a informação para tomada de decisão fazendo com que as organizações alcancem seus objetivos e melhorem seu desempenho no mercado. Assim, a informação tem importância

estratégica, é impulsionada com a utilização de Tecnologia da Informação (TI) nos processos organizacionais e deve ter proteção adequada. A segurança da informação e seus problemas são tratados em diversas dimensões e por diversas iniciativas, tanto na literatura como dentro das organizações dos mais variados seguimentos.

Assim, segundo Galeale (2017), as falhas na segurança da informação comprometem a informação e podem representar tanto prejuízos financeiros como danos à imagem das organizações.

Define-se segurança da informação como sendo as ações de proteção da informação, de modo a preservar as suas propriedades de confidencialidade, integridade, disponibilidade, autenticidade e não repúdio. Evitando que as vulnerabilidades dos ativos a ela relacionados sejam exploradas por ameaças e possam ocasionar perdas para os negócios de uma organização, não estando restrita a sistemas de computação, nem à informação em formato eletrônico (Gordon & Loeb, 2002; ABNT, 2006).

2.1 A INDÚSTRIA 4.0

A plataforma da Indústria 4.0 foi oficialmente apresentada durante a feira Hannover Messe Industrie, na Alemanha, em 2011, desde então as empresas identificam e reconhecem o potencial dos aplicativos I 4.0, bem como suas aplicações e benefícios resultantes (Wang et al., 2017).

As principais tecnologias que sustentam a Indústria 4.0 são: Internet das Coisas (IoT), Big Data, Realidade Móvel e Aumentada, Manufatura Aditiva, Computação em Nuvem e Segurança Cibernética (Santos et al., 2017).

Como objetivo latente, proposta pela plataforma de tecnologias da Indústria 4.0, busca-se a consolidação da manufatura digital, também denominada fábrica “inteligente”, e que utilizará redes inteligentes, mobilidade, flexibilidade das operações industriais e sua interoperabilidade, integração de clientes e modelos de negócios inovadores (Pereira et al., 2017).

Assim como na primeira, segunda e terceira revolução industrial, na quarta revolução industrial os regulamentos e normas legais foram parcialmente ignorados e desta forma a cibersegurança não foi considerada em seu potencial máximo. A explicação para esta observação é porque as tecnologias, conceitos e protocolos utilizados nas operações da indústria ainda não foram conectados totalmente entre si (Kondiloglu et al., 2017).

Observa-se que os sistemas e dispositivos industriais atualmente usados na Indústria 4.0 não foram projetados para o modo de operação interconectada em que estão sendo implantados. Esses sistemas

geralmente não fornecem todos os recursos de segurança de informações necessários (Wang et al., 2017).

Novas soluções tecnológicas sempre carregam vulnerabilidades de segurança, que na maioria das vezes revelam riscos inesperados. Com a crescente dependência da tecnologia para obtenção de vantagem competitiva, os problemas de segurança têm sido um dos requisitos mais críticos e desafiadores para a realização de negócios bem-sucedidos (Pereira et al., 2017).

A Indústria 4.0 ainda desempenhará um papel significativo na transformação de empresas tradicionais em “fábricas inteligentes”, com a ajuda da Internet das Coisas (IoT) e de Sistemas Ciberfísicos (Eerboz, 2017).

A fábrica inteligente por natureza é interconectada com muitos outros sistemas, o que por consequência observa-se aumento da complexidade do sistema total e com a complexidade surge também o aumento significativo das vulnerabilidades de segurança anteriormente não esperadas (Pereira et al., 2017). Com o aumento da conectividade e o uso de protocolos de comunicação padrão que acompanham o setor 4.0, a necessidade de proteger sistemas industriais e linhas de fabricação críticas contra ameaças de segurança cibernética aumenta dramaticamente (Stefaniuk, 2016).

Sarder & Haschak (2019) definem o termo cibersegurança como a capacidade de impedir, de defender e de recuperar-se de interrupções causadas por ataques cibernéticos de adversários. A cibersegurança deve compor um dos principais focos dos governos e das empresas.

A existência e a implantação da plataforma tecnológica identificada como Indústria 4.0 adicionam a possibilidade de automatização de departamentos e setores fabris inteiros. Por haver o direcionamento de tecnologias mais adequadas para cada departamento surgem também denominações derivativas com a Logística 4.0.

2.2 LOGÍSTICA 4.0 NA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Nowak (2015) divide o gerenciamento logístico, em cinco áreas básicas de tomada de decisão que qualquer empresa da cadeia de suprimentos precisa abordar diariamente sendo estas a produção, o estoque interno, armazenagem de produtos finalizados, transporte e sistema de informação.

Com base nestas cinco áreas de tomada de decisão, torna-se possível a designação dos tipos de logística que serão utilizados neste estudo. Estas serão denominadas de logística de suprimentos, de logística interna, de logística de distribuição e de logística reversa.

Na Logística 4.0, busca-se a automação dos processos ligados à área de logística. Uma sugestão de configuração integradora da logística interna produtiva é apresentada no trabalho de Zhang et al.(2018), o autor apresenta um framework de Sistema Inteligente de Produção e Logística (SPLS). Este framework considera a utilização de tecnologias da Indústria 4.0, tais como sistemas ciberfísicos (CPS), Internet das Coisas Industriais (IIoT) e Sistemas de Informação .

Como sugestão de método de Segurança da Informação (SI) e da privacidade de dados no SPLS, Zhang et al.(2018) apontou que a detecção de intrusão deve ser usada como barreira protetora inicial, enquanto que os métodos de criptografia e as técnicas de segurança da camada física devem ser utilizadas para o aumento do sigilo das comunicações sem fio.

É possível observar que a lógica por trás da gestão estratégica de SI e da gestão logística estratégica são muito próximas e complementares; onde a logística estratégica consiste em imaginar e desenvolver ações estratégicas que seriam impossíveis sem fortes competências logísticas e um conjunto de dados (informações) confiáveis (Muhammad et al., 2014).

Os Sistemas de Informação e Comunicação (SIC) dão suporte individual ou concomitantemente ao Sistema de Gestão de Transporte (TMS), ao Sistema de Gestão de Armazenagem (WMS), ao Sistema de Gerenciamento de Demanda (DMS). Também se figuram como elemento importante para a segurança da competitividade das empresas (Muhammad et al., 2014).

O trabalho de Muhammad et al. (2014) conclui que a comunicação e a tecnologia da informação são elementos cruciais para o setor de logística e que as empresas interessadas em fornecer, desde produtos e serviços de infraestrutura até serviços ligados ao capital humano, devem lidar com as necessidades recentes e o rápido desenvolvimento destes elementos.

Oláh et al.(2018) acreditam que os investimentos em Tecnologia da Informação (TI) permanecerão importantes no futuro. Acrescentou que a introdução e o aproveitamento das melhores tecnologias podem gerar vantagens competitivas e maiores recompensas financeiras para os provedores de serviços de logística.

De acordo com Muhammad et al.(2014), a TI na logística é usada para compartilhamento de carga entre diferentes fábricas e para alavancar volume. Os dispositivos conectados com a internet reúnem informações sobre matérias-primas, processo e disponibilidade; sistemas de gerenciamento de demanda (DMS), ajudam a planejar os níveis de estoque de acordo com as demandas dos clientes.

Além disso, fazem a identificação da localização das remessas em fabricação de modo a possibilitar que os clientes tenham conhecimento preciso sobre o tempo estimado de chegada dos produtos.

Muhammad et al. (2014), alguns dos métodos de comunicação padrão e de gestão de informações na logística: o computador com acesso à internet, intranet ou extranet; sistema de comunicação sem fio ou radiofrequência (incluindo telefones celulares); sistema de informação financeira (contábil); código de barras e digitalização; intercâmbio eletrônico de dados; roteamento de veículos; TMS; WMS; ERP; Computador de mão ou de bordo; Sistema de Posicionamento Global (GPS); veículo guiado automaticamente (AVG) e sistema automatizado de armazenamento e recuperação.

Durante a execução da pesquisa percebeu-se o uso do termo *cloud logistics*, ou logística em nuvem, pelos autores dos artigos consultados. A logística em nuvem inclui os serviços centrados em informações (por exemplo, desembaraço aduaneiro, identificação ou rastreamento de materiais). Sendo assim, também demandará atenção quanto aos atendimentos dos requisitos de segurança da informação (Glockner et al., 2017).

Os problemas de comunicação do setor logístico, identificados no trabalho de Muhammad et al. (2014), que podem afetar ou colaborar para a ineficácia da logística são a falta de recursos de TIC, o aumento do custo operacional, o aumento da demanda e da oferta, aumento da concorrência, falta de recursos humanos competentes, instabilidade política, mudanças rápidas nas tecnologias e burocracia demasiada.

Muitas empresas gerenciam fornecedores externos nos quais o compartilhamento e o acesso à informação estão envolvidos. Isso pode gerar vulnerabilidades, especialmente se os processos forem automatizados. Para tanto, a empresa deve adotar medidas como mapear o fluxo de dados na cadeia de suprimentos, planejar uma avaliação abrangente dos riscos, alinhar-se aos padrões emergentes e estabelecer expectativas claras em todos os contratos da cadeia de suprimentos para buscar a adequada segurança de seus dados (Sarder & Haschak, 2019).

Conforme Sarder & Haschak (2019), os cibercriminosos podem explorar vulnerabilidades e assumir o controle de dispositivos individuais, parte de um sistema ou de todo o sistema e criar danos substanciais, incluindo interrupções no serviço, perda de dados, danos ao equipamento, danos a infraestrutura ou ferimentos a pessoas.

Como citado no trabalho de Schuhmacher & Hummerl (2016), a academia tem observado a oportunidade do desenvolvimento de um método genérico para um controle autônomo e descentralizado de sistemas intralogísticos híbridos variáveis.

Nota-se que com a Logística 4.0, o problema da segurança da informação é um elemento particularmente importante, onde fornecedores individuais de mercadorias (matérias-primas, produtos semi acabados, atacadistas, varejistas) cooperam com empresas, competindo em várias cadeias de suprimentos. Sob essas condições, também os prestadores de serviços de logística colaboram com os clientes, competindo entre si. Levando em consideração a possibilidade de oportunismo em tais condições, deve-se direcionar esforços para a redução do risco de gerenciamento incorreto das informações (Malkus & Awak, 2015).

O tipo e o nível das medidas de segurança da informação devem variar de acordo com a situação da ameaça, o valor dos ativos considerados e os requisitos de proteção do processo. Na Indústria 4.0 a segurança da informação pode ser afetada por fatores de *hardware*, *software* e humanos, de modo que seus pontos fracos a tornam complexa (Kondiloglu et al., 2017).

Preocupados com a tratativa de vulnerabilidades, os autores Shin et al.(2015) identificam as principais fraquezas de segurança da informação em um processo logístico internacional. Nesse estudo, os autores utilizaram os modais rodoviário, marítimo e aéreo, com auxílio de etiquetas de identificação eletrônica e sistema de reconhecimento de dados RFID. As principais fraquezas foram perda da proteção de dados, falha na preservação da privacidade, falsificação de senhas, vírus e cavalo de tróia nos dispositivos informatizados, administração inadequada, espionagem, ataques do tipo *man-in-the-middle*, rastreamento não autorizado, problemas de segurança de dados e de rede, ataque de negação de serviço (DoS), *sniffing*.

Os usuários da tecnologia são o principal elemento em vazamentos de dados e violações de segurança; portanto, os padrões e procedimentos de segurança da informação não funcionarão sem a consideração desse fator-chave (Nowak, 2015).

As ameaças à segurança da informação aplicadas à Indústria 4.0 estão ligadas: a espionagem industrial; ciber espionagem; vazamento de informações confidenciais e de propriedade intelectual; ataque DoS; vazamento de informações confidenciais pela cadeia de fornecimento e pelos sistemas de extensão. Destaca-se ao fato de que o fornecedor é vulnerável a um ataque do tipo phishing e suas credenciais de privilégio são furtadas, resultando em exposição de dados em massa; novos dispositivos

apresentam vulnerabilidades, mesmo os desenvolvidos para a Segurança Inteligente (Yutanto, 2018) e para a Fábrica Inteligente (Pereira et al., 2017).

Os autores Zhang et al.(2018), citam que a integração do CPS e da IIoT no SPLS aumenta as ameaças de segurança ao domínio cibernético e ao domínio físico, por meio de ataques de espionagem e ataques arbitrários ao processo físico.

Alguns dos impactos dos ataques cibernéticos nas empresas são: alteração das configurações de instalação podendo causar danos físicos ao equipamento; alteração das configurações de produção podendo levar a produtos defeituosos que resultarão em perda de lucro; mau funcionamento do equipamento podendo levar à liberação de poluentes nocivos na planta industrial e arredores; roubo de dados confidenciais, como segredos de fabricação e informações do cliente (Sarder & Haschak, 2019)

3. METODOLOGIA

Neste estudo os métodos escolhidos para a coleta de informações foram a revisão bibliográfica automática, denominada conforme Vroegindeweij & Carvalho (2019) de sistema de computação cognitiva; e a pesquisa bibliográfica na base de dados Google Acadêmico.

O escopo desta pesquisa foi restringido aos estudos técnicos acerca dos elementos de segurança da informação abordados pelos sistemas de comunicação aplicados à área de logística interna de empresas.

Foi escolhido o método de informática cognitiva, por se tratar de um método que proporciona a possibilidade de coleta automatizada de documentos científicos publicados em bases de dados. Para esse estudo, a base escolhida foi a CORE, uma vez que se adequa melhor ao tema proposto, além de permitir a identificação automática dos principais trechos internos dos documentos científicos que atendem as perguntas de interesse da pesquisa. Para tanto utilizou-se a plataforma *online* IBM Watson Discovery.

Escolheu-se realizar a pesquisa bibliográfica utilizando diretamente a máquina de pesquisa disponibilizado no site Google Acadêmico, para garantir a contemplação da pesquisa de todos os termos escolhidos por meio do método de pesquisa comum, diferentemente da pesquisa e identificação por meio de inteligência artificial.

O estudo de Fernandes et al. (2019) teve como objetivo principal realizar uma revisão bibliométrica sobre o emprego de óleos ácidos para diversos setores industriais. A base de dados utilizada foi a *Web of Science*® (WoS). A partir dos resultados de pesquisa, os autores construíram um banco de artigos, observando-se publicações sobre caracterização de diferentes óleos ácidos e seus empregos. Os autores concluíram que a relevância na pesquisa sobre petróleos ácidos, e a frequente tentativa científica de propor novos métodos para sua utilização, indicam que ainda há campo de pesquisa a ser explorado.

Firmes & Celeste (2018), realizou uma revisão bibliométrica na base Web of Science sobre os métodos não-intrusivo de monitoramento de cargas, a fim de mostrar o estado da arte dessa temática, e os principais avanços e entraves para o desenvolvimento dessa tecnologia. Como resultado, os autores observaram observa-se a relevância dos estudos nessa área, que está em pleno crescimento em países como Canadá, Estados Unidos e Índia.

Venturin & Silva (2019) realizaram uma revisão bibliométrica sobre utilização da modelagem e simulação no processo de secagem do arroz com casca, trazendo um panorama geral dos avanços alcançados, aspectos a serem desenvolvidos e oportunidades. A pesquisa foi realizada na base de dados *Web of Science*, seguida de uma análise qualitativa dos artigos mais relevantes. Os resultados demonstraram a evolução da área e um grande potencial a ser explorado, principalmente na aplicação destes modelos no controle, automatização dos sistemas e no suporte à tomada de decisão em processos reais e em grande escala.

A coleta automática de dados e a bibliometria, ocorreram no período de agosto e setembro de 2019. Os termos de pesquisa utilizados foram: *logical security; logistics information security; internal logistics communication; logistics data security; production process logistics; logistics 4.0; e logistics software*.

A restrição de pesquisa e aplicação de filtros de seleção de documentos se deram por meio das delimitações: somente ocorrência dos termos escolhidos no título dos documentos; artigos em inglês; publicados entre 2014 e 2019; somente arquivos em PDF; e de acesso livre.

Mesmo utilizando-se métodos de coleta de dados diferentes, a pesquisa possui natureza exploratória, e adotou-se abordagem documental e restrita a documentos científicos - artigos de acesso livre provenientes de periódicos e eventos científicos, dissertações e teses.

Para identificação da literatura principal e também para fundamentação e delineamento do referencial teórico do estudo, realizou-se bibliometria, que conforme as Leis de Lotka, Bradford e Zipf,

buscou-se identificar a produtividade dos autores, a relevância dos periódicos selecionados, a distribuição da frequência de publicações sobre a temática nos últimos cinco anos e a frequência das palavras-chave.

A produtividade dos autores foi identificada por meio do levantamento do Scopus h-index de cada autor. A identificação da relevância dos periódicos foi realizada por meio da consulta direta, por meio do auxílio da utilização da máquina de pesquisa do site *scimagojr.com*. A distribuição da frequência das publicações selecionadas, bem como a frequência das palavras-chave, foi levantada por meio do programa EndNote.

Para esse estudo, a opção por uma pesquisa básica, de natureza exploratória e descritiva, teve como objetivo identificar as lacunas de segurança da informação para a logística interna. E apontar quais os programas computacionais auxiliares do sistema de informação e comunicação interna com foco a logística, utilizados pelas empresas.

A coleta automática de dados, utilizada neste estudo, foi realizada por meio do *software* R. Para isso foi criado um *script* de pesquisa automática, utilizando um cadastro prévio na base de dados CORE e na plataforma de inteligência artificial IBM Watson Discovery.

O *script* utilizado disponibiliza a possibilidade de pesquisar os termos definidos pelo usuário, somente nos títulos dos documentos disponíveis na base de dados, no idioma inglês e no período de publicação de interesse. Possibilita a obtenção organizada e padronizada dos meta dados de interesse do pesquisador e também a criação automática de planilha eletrônica com os metadados resultantes da pesquisa automática. Também há a automatização, após a geração da planilha de meta dados, da obtenção dos documentos científicos encontrado e em formato PDF, por meio do *download* para pasta definida pelo pesquisador.

Após o agrupamento dos documentos coletados automaticamente, foram utilizados os *softwares* Mendeley (para geração de arquivo de metadados BIBTEX) e EndNote, este último para refinamento de filtro e extração dos dados bibliométricos.

Finalizado o processo de refinamento de seleção de documentos, os arquivos foram enviados a plataforma de inteligência artificial IBM Watson Discovery, plataforma esta que trabalha em nuvem. Nesta plataforma, por meio de informática cognitiva, automaticamente foi gerada análise de sentimento dos artigos selecionados e as palavras mais utilizadas para conceitualização teórica pelos autores dos documentos científicos.

No ambiente de pesquisa, consultas (*queries*) foram elaboradas para buscar a identificação automática dos trechos dos documentos de indicar o interesse do estudo. Vale ressaltar que nesta identificação não se considerou apenas o retorno dado automaticamente pela máquina de inteligência artificial. Esse recurso permite a identificação rápida dos trechos mais relevantes de cada um dos documentos, de acordo com os termos escolhidos. Desta forma, identificaram-se quais os documentos são relevantes e que assim deveriam ser detalhadamente analisados pelos pesquisadores.

Além da utilização do método de informática cognitiva, deste trabalho constituído pelo uso dos *softwares* R; Mendeley; EndNote e IBM Watson Discovery, foi também utilizado o Excel, para filtrar os meta dados obtidos e identificar os artigos relevantes para este estudo.

Após a análise dos dados, realizou-se primeiramente a verificação da consistência do estudo, para buscar identificar o nível de atendimento dos objetivos inicialmente definidos e também a consolidação da síntese dos resultados evidenciados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o levantamento dos dados bibliométricos nas coleções das bases de dados CORE e Google Acadêmico foram selecionados 33 artigos contendo os termos da pesquisa. O resultado da aplicação de filtros e indicação automática de relevâncias dos documentos é apresentado na Tabela 1, onde são identificadas as quantidades de documentos selecionados sob o foco de cada um dos termos de pesquisa.

Tabela 1: Resultado da pesquisa realizada

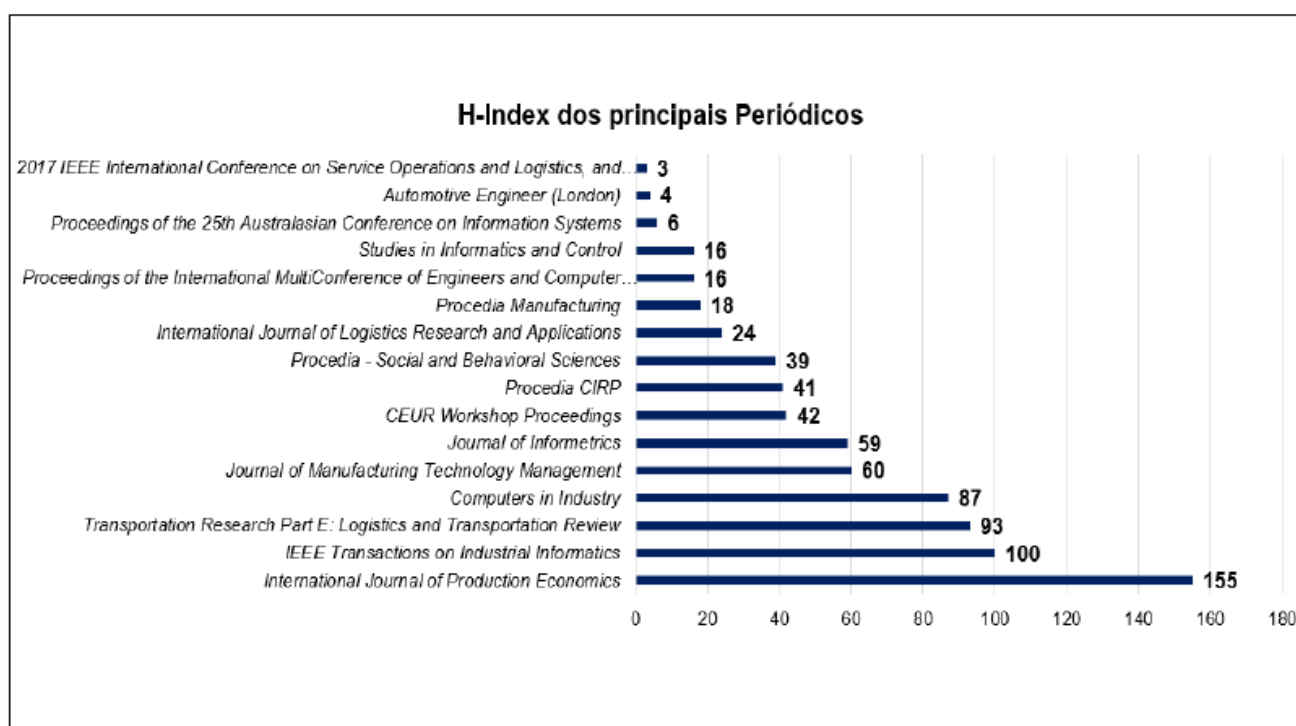
Termos de busca	Base de Dados		Seleção
	CORE.AC.UK	Google Acadêmico	
<i>logical security</i>	5112	998	0
<i>logistics information security</i>	2772	8	6
<i>internal logistics communication</i>	3525	2	0
<i>logistics data security</i>	4724	5	13
<i>production process logistics</i>	3900	46	0
<i>logistics 4.0</i>	246	104	5
<i>logistics software</i>	5990	499	9
<i>Total</i>	<i>26.269</i>	<i>1.662</i>	<i>33</i>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os artigos utilizados estão publicados em 27 periódicos indexados nas bases de dados escolhidas. Conforme é possível observar na Figura 1. O periódico de maior relevância é o *International Journal of Production Economics* com *h-index* 155, definido pelo *Scimago Journal & Country Rank* (SJR), seguido pelos periódicos *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, com *h-index* SJR 100 e *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, com *h-index* SJR 93.

Os artigos selecionados foram escritos por 110 autores, considerando a somatória dos autores principais e co-autores. Conforme é possível observar na Figura 2, os autores mais relevantes foram: Angappa Gunasekaran, o autor com o maior índice de produtividade *h-index* Scopus 64, seguido pelos autores Mike Thelwall, com um *h-index* Scopus 58 e Huei Lee, com *h-index* Scopus 40.

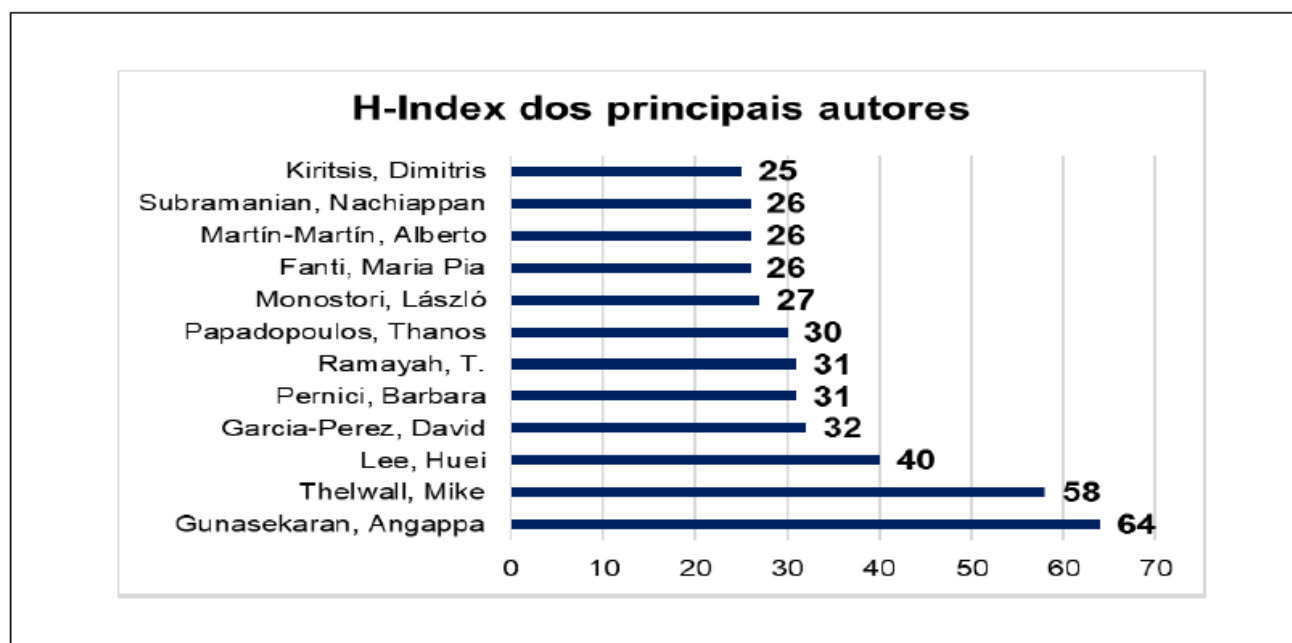
Figura 1: Índice de relevância dos principais periódicos dos artigos selecionados



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados obtidos das buscas.

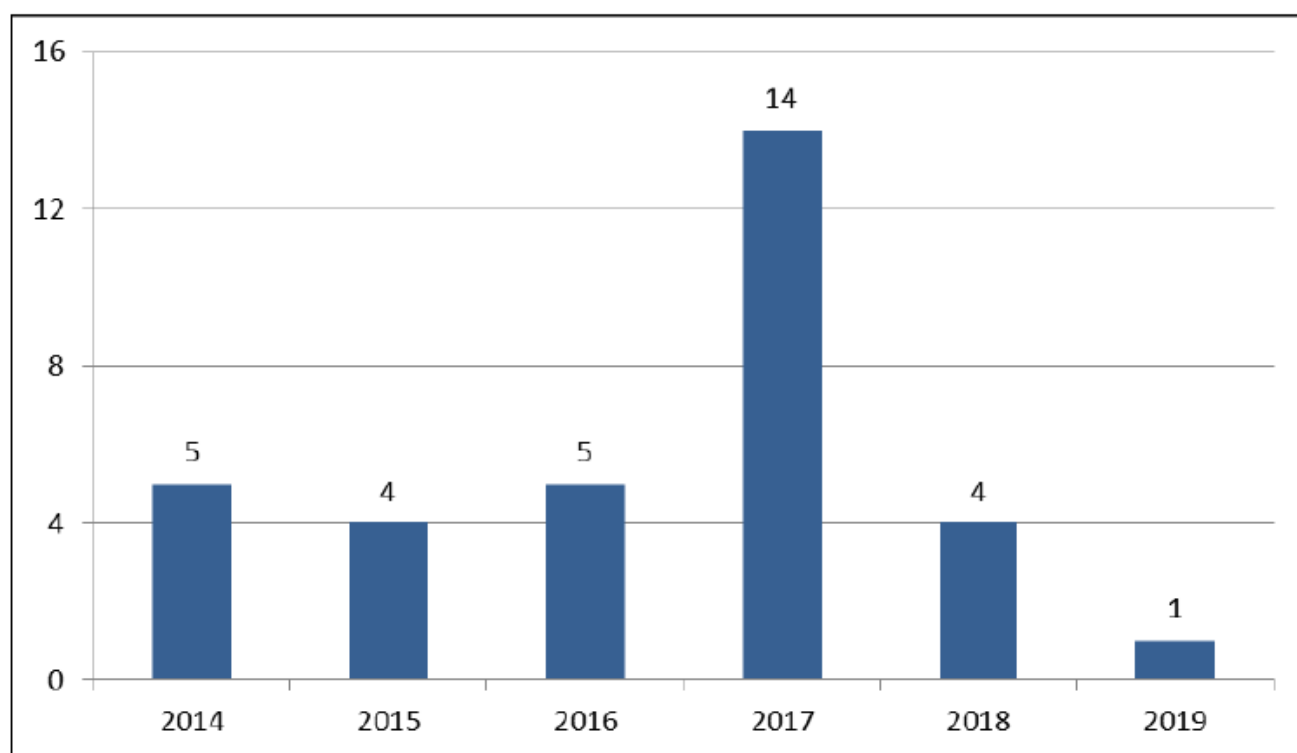
A distribuição anual das publicações selecionadas sobre o tema é apresentada na Figura 3. Observa-se que a maior quantidade de artigos selecionados sobre a temática se deu no ano de 2017 e a menor quantidade de artigos publicados é do ano de 2019. Ressalta-se que os dados referentes ao ano de 2019 foram levantados entre os meses de agosto e setembro deste ano e que por estar ainda em percurso, a quantidade de publicações de 2019 não encontra-se finalizada.

Figura 2: Índice de produtividade dos principais autores



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados obtidos das buscas.

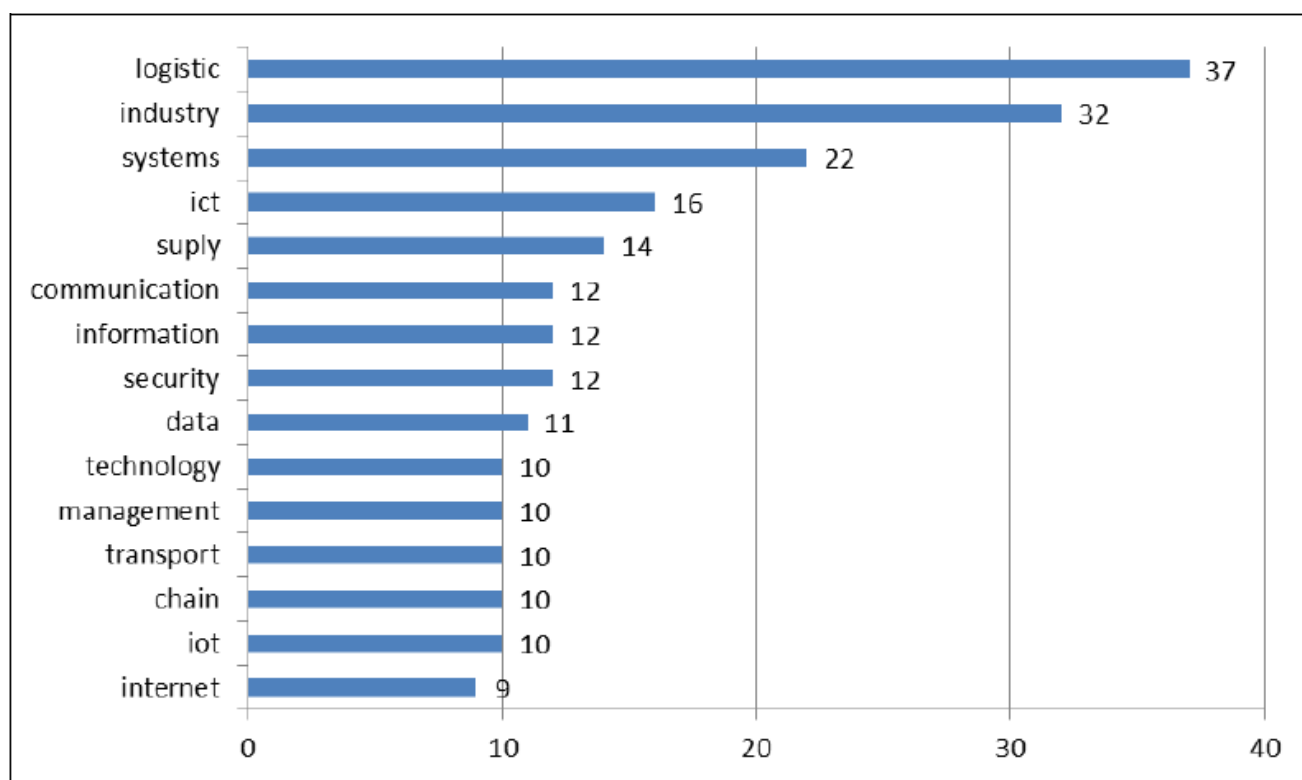
Figura 3: Distribuição dos artigos selecionados por ano de publicação



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados obtidos das buscas.

As palavras mais utilizadas nos artigos selecionados, pelos autores, são apresentadas na Figura 4. As palavras que surgem com maior frequência nos títulos e nos resumos dos documentos selecionados são *logistics*, com 37 ocorrências, *industry*, com 32 ocorrências e *systems* com 22 ocorrências. A abreviação ICT referencia os termos *information and communications technologies* e IOT referencia *internet of things*.

Figura 4: Frequência dos principais termos encontrado nos artigos selecionados



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados obtidos das buscas.

É possível verificar que as palavras que ocorrem com maior frequência estão direcionadas a temática da pesquisa. Este fato adiciona ao contexto um elemento qualitativo quanto aos documentos selecionados o que reforça a escolha dos mesmos para a construção deste artigo.

Para validação da seleção automática de artigos foi realizada leitura do resumo de cada um dos artigos para comprovar a correlação com a temática deste trabalho. Após consolidar a seleção de documentos, realizou-se a construção lógica e conceitual deste artigo.

Quanto aos principais *softwares* da área de logística citados nos artigos, identificou-se, por meio do trabalho de Harris et al. (2015), a citação dos *softwares*: SURFF; WELCOM; EUROPE-TRIS; IWV; F-MAN; MarNIS; COREM; INTERPORT; EUROSOCPE; SURFF; IP; CHINOS; SAIL; MIT; MULTITRACK; TRACAR;

ParcelCall; D2D; M-TRADE; EURIDICE; INTEGRITY; SMART-CM; CASSANDRA; DOLPHINS; THEMIS; ALSO; DANUBE; GIFTS; E-FRAME; FREIGHTWISE; KOMODA; e-FREIGHT; e iCargo.

Também são citadas como plataformas de informação para a área logística, o EPCIS (SHIN et al., 2015; SANTOS et al., 2016); o iFlow (SANTOS et al., 2016); ADVANCE (ILIE-ZUDOR et al., 2014); AEOLIX e CO-GISTICS (FANTI et al., 2017).

Quanto aos métodos de segurança da informação, Sauer (2014), cita que na fábrica do futuro, os mecanismos de segurança, incluindo autenticação e autorização (gerenciamento de direitos) devem ser integrados à arquitetura dos sistemas ciberfísicos. Mecanismos de segurança padronizados, com criptografia e assinatura de dados, bem como autenticação de dados e componentes de controle, devem ser usados para garantir que apenas componentes autorizados possam participar do sistema de produção. Portanto, a segurança aspirada para mecanismos confiáveis do tipo *plug-and-work* só pode ser alcançada com base em componentes protegidos e claramente identificáveis.

Cada empresa deve definir e implementar soluções personalizadas, garantindo que a segurança das informações seja alcançada nas áreas mais sensíveis, como relacionamento com clientes e fornecedores (Nowak, 2015).

Os controles de acesso tradicionais citados no trabalho de Shin *et al.* (2015) são o Controle de Acesso Obrigatório (MAC), o Controle de Acesso Discricionário (DAC) e o Controle de Acesso Baseado em Função (RBAC).

Reconhecimento de segurança, controle de acesso por meio de mecanismos de autenticação, processos criptográficos e análise comportamental são os mecanismos de segurança que podem ajudar a impedir a invasão da cadeia de suprimentos (Pereira et al., 2017).

O controle de acesso auxilia o gerenciamento e controle de segurança relacionado à integridade, disponibilidade e confidencialidade de informações (ISO/IEC 27000, 2018).

As empresas devem investir na implantação de tecnologias de segurança, tais como sistemas de inteligência de segurança, governança avançada de identidade e acesso, automação, orquestração e aprendizado de máquina, uso extensivo de análises cibernéticas e análises de comportamento do usuário, implantação extensiva de tecnologias de criptografia, gerenciamento automatizado de políticas (Sarder & Haschak, 2019).

Erboz (2017) cita que é importante construir sistemas nacionais de defesa e treinar funcionários contra ataques cibernéticos.

As tecnologias de segurança serão necessárias para proteger os dispositivos e plataformas da IoT contra ataques de informações e violações físicas (Haddud et al., 2017).

Nenhum dos métodos de proteção, seja física ou lógica, fornece 100% de proteção, mas o treinamento dos funcionários deve ser uma prioridade (Kondiloglu et al., 2017).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os atuais trabalhos acadêmicos demonstram grande interesse em auxiliar empresas de todos os setores, inclusive as que possuem como principal foco a logística, a manter ou aumentar a competitividade, a lucratividade, por meio do uso de tecnologias de comunicação e informação. As atuais tecnologias de comunicação, bem como os sistemas de informação estão proporcionando integrações com todas as partes interessadas na cadeia produtiva, tal como é sugerida pela plataforma Indústria 4.0.

Por meio do uso, cada vez mais intenso dos dispositivos inteligentes de comunicação, além dos já comuns na logística, tais como, computadores, tablets, coletores ópticos e smartphones, uma nova gama de tecnologias tem sido inserida, por meio da Logística 4.0.

Na Logística 4.0, por meio da integração de SI, que dão suporte a sistemas ciberfísicos e estes por sua vez utilizam-se de dispositivos industriais conectados à *internet*, faz com que sejam evidenciados benefícios e desafios a serem superados.

Como benefício principal observa-se a possibilidade de por meio da automação de todos os processos, reduzir falhas e desperdícios e, portanto, aumento da lucratividade das operações.

Os autores analisados para esse estudo bibliográfico apontam que a integração aumenta a complexidade e controle do sistema, o que resulta em aumento da vulnerabilidade quanto as informações confidenciais e estratégicas das empresas. Quanto mais se amplia a extensão de aplicação das tecnologias inteligentes no fluxo de informações produtivas, mais lacunas potenciais de segurança da informação serão evidenciadas.

Tratar a segurança da informação como elemento prioritário e estratégico é salutar para as empresas que buscam sustentabilidade em seus sistemas de gestão.

Deve-se também considerar que os usuários das tecnologias podem colaborar com os vazamentos de dados e violações de segurança, desta forma, as empresas necessitam avaliar os riscos envolvidos caso seus ativos lógicos sejam perdidos. Também há de se planejar e implantar protocolos preventivos e

até mesmo utilizar tecnologias de monitoramento e análise de comportamento dos usuários de seu sistema de informação.

Percebe-se também por meio deste estudo que mesmo havendo diversos *softwares* dedicados a área logística há ainda a oportunidade de desenvolvimento de programas computacionais que adotem protocolos e métodos para a garantia da segurança da informação logística. Especialmente as informações que são compartilhadas com fornecedores de insumos e serviços que possuem ligação com diversas empresas, inclusive com empresas concorrentes.

Quanto ao método escolhido de coleta e identificação automática de artigos, o sistema de computação cognitiva, mostra-se como método viável para o direcionamento inicial de uma pesquisa científica. Ele permite a identificação rápida e automática de trechos importantes dos documentos científicos escolhidos pelo pesquisador. Porém, o sistema ainda demanda melhoria quanto ao refinamento e aumento da precisão na identificação de termos em contexto. A utilização da computação cognitiva atualmente não exclui a necessidade de análise humana, bem como não irá substituir tão logo a arte de interpretação, sintetização e escrita de produtos científicos.

Identificam-se como oportunidades de futuros trabalhos a realização de estudos empíricos e longitudinais que utilizem métodos estruturados de triangulação de dados, para validação dos fatores de segurança da informação que são importantes para a Logística 4.0; e assim como indicado por Hofmann e Rüsç (2017), ainda há oportunidade de se investigar os efeitos da Indústria 4.0 nas estruturas organizacionais, operacionais e jurídicas das empresas do setor logístico.

REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2006). NBR ISO/IEC 27001: 2006 Tecnologia da informação - Técnicas de segurança - Sistema de Gestão de segurança da informação - Requisitos. Rio de Janeiro.
- El Kadiri, S.S.; Bernard G.B.; Thoben, K.; Hribernik, K.; Emmanouilidis C; Cieminski, C.V. & Kiritsis, D. (2016). Current trends on ICT technologies for enterprise information systems. *Computers in Industry*, 79: 14–33.
- Erboz, G. (2017). How to define Industry 4.0: the main pillars of Industry 4.0. Szent Istvan University, Gödöllő, p. 1-9.
- Fanti, M. P.; Iacobellis, G.; Pierro, B. D.; Ukovich, W.; Mangini, A. M. (2018). A Connectivity Platform for Intermodal Transportation and Logistics Systems. *Systems Man and Cybernetics (SMC) 2018 IEEE International Conference*, pp. 2491-2496, 2018.
- Firmes, V.P. & Celeste, W.C. (2018). Uma revisão bibliométrica sobre a identificação de cargas similares em Smart Grid. *Research, Society and Development*, 7(12): 01-13.
- Fernandes, H. A.; Freitas, R. R.; Ribeiro, D. C; Vicente; Santos, M. F. P., M. A. (2019). Acidez total em petróleo: uma análise Bibliométrica. *Research, Society and Development*. 8(1).
- Galegale, N. V.; Fontes, E. L. G.; Galegale, B. P. (2017). Uma contribuição para a segurança da informação: um estudo de casos múltiplos com organizações brasileiras. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v.22, n.3, p.75-97, jul./set.
- Galhardi, A. C. & Zaccarelli, S. B. (2005). Inovação e Imitação tecnológica como estratégia competitiva. *Revista Brasileira de Gestão e Negócios – FECAP*. Ano 7, nº 17, abril, p. 23-29.
- Glöckner, M.; Ludwig, A.; Franczyk, B. (2017). Go with the flow: design of cloud logistics service blueprints. In: *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences*.
- Gordon, L. A. & Loeb, M. P. (2002). The economics of information security investment. *ACM Transactions on Information and System Security (TISSEC)*, v. 5, n, 4, p. 438-457.
- Haddud, A.; Desouza, A.; Khare, A.; Lee, H. (2017). Examining potential benefits and challenges associated with the Internet of Things integration in supply chains. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 28, n. 8, p. 1055–1085.
- Harris, I; Wang, Y; Wang, H. (2015). ICT in multimodal transport and technological trends: Unleashing potential for the future. *International Journal of Production Economics*, v. 159, p. 88–103.
- Hofmann, E. & Rüsch, M. (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Computers in Industry*, v. 89, p. 23–34.
- Ilie-zudora, E.; Keménya, Z.; Ekártb, A.; Buckinghamb, C. D.; Monostori, L. (2014). A solution for information management in logistics operations of modern manufacturing chains. *Procedia CIRP*, v. 25, p. 337–344, 2014.

- Organization for Standardization (2018). ISO/IEC 27000:2018 Information technology - overview and vocabulary. p. 38.
- Kondiloglu, A.; Bayer H.; Celik E.; Atalay M. (2017). Information security breaches and precautions on Industry 4.0. *Technology Audit and Production Reserves*, v. 6, n. 4, p. 58–63, 2017.
- Małkus, T.; Awak, S. (2015). Information security in logistics cooperation. *Acta logistica*, v. 2, n. 1, p. 9–14.
- Muhammad, M. Hasan, H.; Fiah, F. M.; Nor, A. M. (2014). Effective communication systems for Malaysian logistics industry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 130, p. 204–215.
- Nowak, J. G. (2015). Information Security Management with accordance to ISO27000 Standards: Characteristics, implementations, benefits in global Supply Chains. *Logistyka*, p. 639–654.
- Oláh, J.; Karmazin, G.; Pető, K.; Popp, J.(2018). Information technology developments of logistics service providers in Hungary. *International Journal of Logistics Research and Applications*, v. 21, n. 3, p. 332–344.
- Pereira, T.; Barreto, L.; Amaral, A. (2017). Network and information security challenges within Industry 4.0 paradigm. *Procedia Manufacturing*, v. 13, p. 1253–1260.
- Santos, D. R. G. & Volante, C. R. (2018). A importância da tecnologia sem fio na Indústria 4.0. *Interface Tecnológica*, p. 245–254.
- Santos, M. Y.; Oliveira, J.; Andrade, C.; Lima, F. V.; Costa, E.; Costa, C.; Martinho, B.; Galvão, J. (2017). A Big Data system supporting Bosch Braga Industry 4.0 strategy. *International Journal of Information Management*, p. 1–11.
- Sarder, M.D. & Haschak, M. (2019). Cyber security and its implication on material handling and logistics. *College-Industry Council on Material Handling Education*, p. 1–18.
- Sauer, O. (2014). Information technology for the factory of the future: state of the art and need for action. *Procedia CIRP*, v. 25, p. 293–296.
- Schuhmacher, J. & Hummel, V. (2016). Decentralized control of logistic processes in cyber-physical production systems at the example of ESB Logistics Learning Factory. *Procedia CIRP*, v. 54, p. 19–24.
- Shin, M. S.; Ju, Y. W.; Kang, H. K.; Jeong, S. P. (2015). Applying RBAC security control model to manufacturing and logistics service platform. *Studies in Informatics and Control*, v. 24, n. 3, p. 339–350.
- Stefaniuk, T. (2016). New dimensions of information and knowledge security in reality of Industry 4.0. *Cracow University of Economics*, p. 1–9.
- Venturin, A. C. Z. & Silva, L. C. (2019). Modelagem e simulação da secagem de arroz com casca: uma análise bibliométrica. *Research, Society and Development*. V. 8, n.1, p. 1-22.

Vroegindeweij, R. & Carvalho, A. (2019). Do healthcare workers need cognitive computing technologies? A qualitative study involving IBM Watson and dutch professionals. *Journal of the Midwest Association for Information Systems (JMWAIIS)*, v. 2019, n. 1, p. 51–68.

Wang, Y. Y.; Fakhry R.; Rohr, S.; Anderl, R. (2017). Combined secure process and data model for IT-Security in Industrie 4.0. In: *Proceedings of the International Multiconference of Engineers and Computer Scientists 2017*, Hong Kong. Anais... Hong Kong.

Wood, L. C.; Wood A.; Reiners T.; Duong N. K.; Wang, X. (2014). An exploration of the New Zealand use of technology to facilitate logistics. *Proceedings of the 25th Australasian Conference on Information Systems, ACIS 2014*.

Yutanto, H. (2018). Security intelligence for industry 4.0: design and implementation. *Theoretical & Applied Science*, v. 65, n. 09, p. 228–243.

Zhang, Y.; Guo, Z.; Lv, G.; Liu, Y. (2018). A Framework for Smart Production-Logistics Systems based on CPS and Industrial IoT. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, v. 14, n. 9, p. 4019–4032.

Capítulo 8



10.37423/220806454

ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM CONJUNTO HABITACIONAL SERIADO DO TIPO QUITINETE

Thalita Oliveira Brito

UniBrasília de Goiás

Gabriel Alves de Oliveira Silva

UniBrasília de Goiás

Kátia Maria de Souza

UniBrasília



Resumo:Devido ao constante aumento populacional e uma maior preocupação com a sustentabilidade no mundo, a indústria da construção civil busca sempre inovar em seus métodos construtivos. Um ponto importante nessa busca é a importância da utilização do contêiner marítimo na construção civil, o qual possui o uso muito mais difundido em outros países do que no Brasil, principalmente no âmbito residencial, sendo este o menos difundido no país. Como o contêiner já chega na obra com a estrutura pronta, ele já resolve grandes problemas da alvenaria tradicional como o tempo de execução da obra e os resíduos gerados. Já em relação aos custos desse método, eles dependem principalmente do preço de aquisição do contêiner e dos isolamentos acústico e térmico. Diante disso, o estudo será voltado para verificar a viabilidade econômica no horizonte de tempo de 120 e 160 meses de um conjunto habitacional seriado do tipo quitinete, o qual possuirá seis quitinetes de padrão popular, as quais serão construídas com o uso das tecnologias de construção alvenaria tradicional e contêiner.

Palavras chaves - Viabilidade econômica, engenharia econômica, contêiner.

INTRODUÇÃO

Para que um empreendimento imobiliário consiga atender as expectativas de retorno do empreendedor, se faz necessário a realização de uma análise criteriosa de diversos fatores antes de iniciá-lo. Dentre eles, pode-se destacar principalmente: o orçamento, tempo de execução e difusão do modelo na região em que será adotado.

Além disso, deve-se selecionar a melhor tecnologia de construção civil disponível para o projeto em questão, tanto no quesito econômico quanto na questão da sustentabilidade. Portanto demonstra-se a relevância de se utilizar o contêiner na construção do empreendimento, uma vez que com seu emprego, a obra obtém um menor tempo de execução, gera menos resíduo, aliada ainda a possibilidade de um menor valor necessário de investimento. Sendo assim, constata-se sua possibilidade de viabilidade econômica possibilitando uma melhor escolha entre esta tecnologia da construção e a alvenaria tradicional.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Limmer (1997), o empreendimento inicia-se com um conceito primordial e encerra-se em sua execução. Para realizá-lo da melhor forma possível, se faz necessário previamente elaborar um planejamento com as ações sistematicamente organizadas. O autor complementa que existem quatro etapas principais em um empreendimento. A primeira delas é a concepção, nela é determinada a real necessidade da existência do empreendimento aliado a um planejamento prévio de execução do mesmo, somam-se a isso, estudos de ordem técnica e econômica. A segunda etapa é o planejamento, o qual consiste em desenvolver uma estratégia para a melhor execução da etapa anterior que servirá como uma diretiva para o estabelecimento do negócio. Já as duas últimas etapas : execução e finalização consistem na execução do plano e no funcionamento do projeto.

Apesar das atuais iniciativas para uma maior difusão da educação financeira e consequentemente do mercado de capitais, uma parcela da população ainda prefere os empreendimentos imobiliários como principal ou única forma de investir, os quais podem gerar em algumas cidades ou regiões renda igual ou até superior em relação ao mercado financeiro, possuindo ainda o benefício de ser historicamente mais difundido no país. Entretanto, o aluguel também possui alguns pontos negativos como possível desvalorização do imóvel, vacância física ou financeira, gastos com reformas. Além disso, algumas aplicações têm a renda “garantida” já que quem irá te pagar é o governo do país o que gera uma maior previsibilidade. (VALOR INVESTE, 2020)

Segundo Goldman (2004), o planejamento é um fator determinante para se obter êxito em qualquer empreendimento. Já no âmbito da construção civil, ele é utilizado com a finalidade de verificar se a obra será exequível economicamente, alcançando esse resultado através do orçamento. Outro aspecto importante do planejamento é sua capacidade de abordar os principais pontos dos inúmeros setores da obra e os orientar para que sejam aplicados de forma coerente no andamento da mesma.

Buscar o retorno financeiro e o planejamento do empreendimento deve contar ainda, com a sustentabilidade e segundo afirma Oliveira (2006), a sustentabilidade é um vocábulo usado para definir os afazeres e intervenções praticadas pelo ser humano que buscam munir as carências da atual sociedade sem afetar o estilo de vida de seus descendentes. Ao estar pontualmente vinculada ao progresso da economia, por conseguinte a sustentabilidade está ligada à indústria imobiliária, portanto para obter um desenvolvimento sustentável, esta indústria necessita de utilizar de forma consciente os recursos naturais, somente assim eles poderão ser conservados para as próximas gerações.

Na busca da sustentabilidade Gadarowski (2014), demonstra que na década de 2000 devido a um grande desequilíbrio na balança comercial dos Estados Unidos em relação à Ásia ocorreu um aumento de contêineres em desuso neste país. Esse acúmulo se deve principalmente ao fato de que a devolução do contêiner vazio para o país de origem é mais dispendiosa do que obter um novo. Porém pode-se notar que este problema atualmente aflige inúmeros países, entre eles o Brasil.

Para solucionar esse problema, Rangel (2015), demonstra que uma solução seria incorporar o emprego do contêiner marítimo nas obras, uma vez que o mesmo possui um período útil total de cem anos, sendo em média apenas oito deles empregados para transporte marítimo, acarretando em um total de noventa e dois anos desperdiçados deste material parado nos portos.

O referido autor ainda afirma que a utilização do contêiner na construção como elemento arquitetônico satisfaz as reivindicações de inovações técnicas nos métodos construtivos, conforme exposto na Figura 1. Proporcionando sua reutilização, ainda possibilitando a construção civil tornar-se mais sustentável. Além desta ideia provocar um desenvolvimento sustentável para esta indústria, ela ainda possibilita um custo reduzido nos diversos usos possíveis, como moradias, escritórios e até estabelecimentos comerciais, conforme exposto na Figura 2.



Figura 1- Construção com uso de contêineres

Fonte – Contain[it]



Figura 2- Escritório com uso de contêiner

Fonte – Estúdio Oito Meia

Segundo Occhi (2016), os contêineres são caixas metálicas confeccionadas usualmente de aço Corten. Os quais são projetados com intuito de possuírem qualificação de maneira sistematizada depositar e trasladar satisfatoriamente as mercadorias, possuindo ainda um benefício de esse traslado ser realizado por via rodoviária, ferroviária, marítima ou aérea. Já em relação à denominação dos contenedores marítimos e os ISBU, eles são classificados conforme a Twenty Foot Equivalent Unit (Unidade Equivalente a 20 Pés) (TEU), os dois mais comuns são os 1 TEU e 2 TEUS, conforme expostos nas Figuras 3 e 4.



Figura 3-Contêiner 20 pés - 1 TEU

Fonte - Dicas de Arquitetura, 2017



Figura 4- Contêiner 40 pés - 2 TEU

Fonte - Dicas de Arquitetura, 2017

Norgren (2016), destaca que preponderantemente a estrutura do contêiner não necessita de reforços ao ser utilizada como estrutura modular na construção civil, devido o fato da mesma ser suficiente para resistir aos esforços, tendo em vista que o contêiner detém a capacidade de resistir a 25 toneladas de carga aliada à sua possibilidade de empilhamento de até 8 unidades, nota-se assim o seu grande potencial.

Para tornar possível seu uso em habitação, são necessárias algumas modificações. Segundo a justia patents, em 23 de Novembro de 1987 Philip C. Clark, deu entrada com sua patente de número

4854094: “Método para converter um ou mais contêineres de aço em um edifício habitável em um canteiro de obras e derivados dele”, a qual foi aceita em 8 de Agosto de 1989.

Este método demonstra como alterar um contêiner de aço padrão em uma habitação. Nele também é manifestado a possibilidade dos diversos uso com dois contêineres ou mais, podendo os mesmos serem espaçados entre si, sobrepujados e ainda colocados de maneira adjacente, neste último caso, ainda é apresentado o fato de que as paredes laterais internas podem ser removidas aumentando o espaço interno e os tornando um só. Outro ponto importante é a descrição da execução do telhado e do piso, além das esquadrias: janela e porta, que são obrigatoriamente necessárias em pelo menos uma unidade cada.

Para Bernardo (2013), o contêiner deve ser alterado para estar apto a ser usado na construção civil, sendo essa modificação preferencialmente realizada em uma indústria especializada, obtendo assim um maior controle de qualidade, conforme exposto na Figura 5. De acordo com o autor, as alterações necessárias são: limpeza e desinfecção, remoção das portas, substituição do piso compensado, realização das aberturas, finalizando com os acabamentos externos ,além das instalações das redes elétrica e hidrossanitária. Já em relação às aberturas, é demonstrado que as mesmas ao serem executadas danificam a estrutura, ocasionando uma perda de resistência. Portanto, devem ser executados reforços estruturais próximos às aberturas com área equivalente a área removida pela mesma.



Figura 5-Alterações sendo realizadas em contêiner

Fonte - Miranda Container

Segundo Oliveira (2016), a utilização do contêiner como estrutura na edificação reduz o tempo de execução da mesma, tendo em vista que os sistemas empregados nesta técnica construtiva são de rápida montagem, podendo em alguns casos ser executados em poucos dias.

Norgren (2016) corrobora com esta questão da obra com contêiner exigir um menor tempo de execução ao demonstrar que o canteiro de obras nela é dispensado já que se utiliza um sistema modular, o qual garante uma maior velocidade em sua execução.

Já no quesito econômico, Oliveira (2016), demonstra que as técnicas construtivas empregadas na construção com contêiner acarretam em um menor desperdício de materiais, portanto ao se optar por esta técnica construtiva em relação à alvenaria tradicional, pode-se conseguir obter uma economia em torno de 20 a 30% do valor final da obra.

Aguirre, Oliveira e Brito Correa (2008) ainda apontam que utilizar o contêiner como habitação garante diversos privilégios, sendo os dois principais deles referentes à flexibilidade. O primeiro deles seria em relação à flexibilidade de se deslocar, já que este tipo de obra possibilita um deslocamento da obra futuramente caso houvesse a necessidade, conforme exposto na figura 13. Já o segundo, é relativo à flexibilidade arquitetônica, uma vez que mudanças podem ser realizadas na unidade habitacional garantindo uma maior liberdade.

Oliveira (2016), afirma que se faz necessário a realização de um isolamento térmico e acústico no contêiner caso seja desejável utilizá-lo para fins de habitação, uma vez que o material que o contêiner é fabricado, o aço, possui uma boa condutibilidade de calor e ruídos. Desejando ainda auxiliar na questão da temperatura pode-se realizar a obra em um layout que auxilia na circulação do ar, além de realizá-la com um telhado verde.

Para realizar este isolamento o referido autor demonstra como o mesmo deveria ser executado e quais as possibilidades existentes atualmente no mercado. A execução deve ser feita posicionando o material isolante entre a parede do contêiner e o revestimento que será aplicado na mesma, conforme exposto nas Figuras 6 e 7.

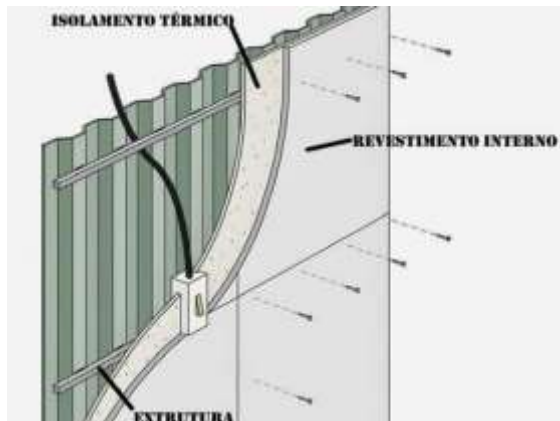


Figura 5-Isolamento térmico interno
Fonte - Prime Containers



Figura 6-Isolamento executado com lã de vidro
Fonte: AECweb.

Já em relação à fundação, Slawik (2010), demonstra que o contêiner leva vantagem em relação à alvenaria tradicional, uma vez que possui peso significativamente menor, tornando sua fundação demasiadamente mais simples. Ainda pode-se notar que ocasionalmente conforme as condições do solo onde será empregada a edificação, se fazem necessários apenas blocos de concreto para apoiá-lo no solo, sendo necessárias sapatas apenas nos cantos da edificação, conforme exposto nas Figuras 8 e 9.

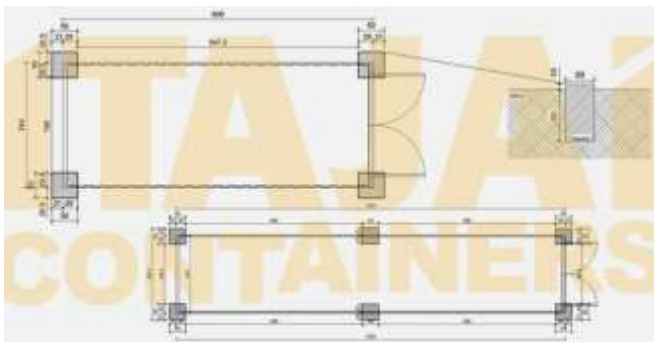


Figura 7-Esquema de sapatas para instalação de casa contêiner
Fonte - Itajaí Containers (2021)



Figura 8-Sapata da fundação para casa contêiner
Fonte - Vem Casinha

Além disso, deve-se levar em consideração que o container será posicionado na obra por um guindaste ou caminhão munk, conforme exposto na Figura 10. Para tanto deve-se atentar com o trajeto o qual o meio de transporte deverá percorrer, tendo em vista as outras obras existentes no entorno, além da organização do canteiro de obras para possibilitar a passagem do mesmo e facilitar o posicionamento do contêiner.



Figura 10-Caminhão munk posicionando casa contêiner

Fonte - Minha Casa Container, 2016

3. METODOLOGIA

O método de pesquisa deste trabalho consiste em empreender um estudo de caso por meio de um criterioso levantamento de dados para possibilitar sua aplicação prática.

Valor Presente Líquido (VPL)

A fim de se obter o resultado da soma dos futuros fluxos de caixa de um empreendimento na data zero, ou seja, no presente, primordialmente deve-se descontar esses fluxos de caixa a uma taxa de desconto, tendo em vista o valor do dinheiro no tempo. Para obter este resultado, deve-se calcular o Valor Presente Líquido (VPL) através desta equação:

$$VPL = -I + \sum \frac{Fn}{(1+k)^n}$$

Onde:

I = Investimento inicial;

Fn = fluxo de caixa de ordem “n”, representando a variação dos recursos do projeto em questão;

k = taxa de desconto dos fluxos de caixa;

n = número de períodos de fluxo de caixa.

Caso este resultado seja positivo, nota-se quanto de valor será criado, além de possibilitar a compreensão de que ocorreu a recuperação do valor inicial à uma taxa acima da requerida

previamente. Pode-se notar que quanto maior o valor do VPL maior será o lucro obtido no empreendimento.

Em caso de resultado negativo, nota-se o quanto de valor será destruído. Em caso de valor nulo, nota-se que não houve criação nem destruição de valor, apenas remuneração de capital à taxa requerida.

Taxa Interna de Retorno (TIR)

Para compreender melhor o VPL deve-se levar em consideração a existência de três taxas distintas: taxa requerida (custo de oportunidade), taxa esperada (TIR) e a taxa realizada.

A primeira delas, é um valor arbitrário que o empreendedor adota como sendo o mínimo valor de juros que ele deverá receber para colocar em prática o empreendimento em questão.

Já a segunda, é a taxa que se espera receber com o projeto caso os rendimentos reais sejam exatamente iguais aos empregados no VPL, portanto é a taxa de retorno que tornaria o resultado do VPL em zero. Ela também é chamada de Taxa Interna de Retorno (TIR). Pode-se obtê-la através desta equação:

$$0 = \sum_0^n F_n (1 + TIR)^{-n}$$

Onde:

n = número de períodos envolvidos em cada elemento da série do Fluxo de Caixa.

F_n = cada um dos diversos valores envolvidos no Fluxo de Caixa e que ocorrem em n .

TIR= Taxa Interna de Retorno

Já a taxa realizada é a real taxa que o projeto conseguiu alcançar após o tempo estimado, sendo esta na maioria dos casos diferente da taxa esperada.

Portanto notam-se algumas semelhanças entre esses dois métodos apresentados. O VPL, em caso de valor positivo, demonstra quanto de capital será criado, porém não permite identificar qual será a taxa de retorno. Já o TIR demonstra qual será a taxa de retorno, sem identificar quanto de capital será criado. Soma-se a isso, que para atingir o resultado esperado de ambos os métodos, deve-se reinvestir os resultados obtidos com a mesma rentabilidade adotada, o que pode na vida real ser um empecilho.

Payback Descontado (PBD)

O *Payback* (tradução livre- Retorno) Descontado refere-se à quantidade de tempo necessária para o empreendimento recuperar o valor investido acrescido pela taxa requerida. É notório que esta quantidade de tempo citada anteriormente deve ser necessariamente inferior à duas condições: valor utilizado como parâmetro de análise no projeto e tempo máximo tolerado (TMT), o qual é um valor arbitrário selecionado pelo empreendedor. Por conseguinte pode-se notar que todo resultado compreendido entre o PBD e a data final adotada na análise será convertido em criação de valor.

Tendo em vista a finalidade de capacitar uma escolha racional de qual tecnologia de construção a ser adotada em um conjunto habitacional de seis residências seriadas do tipo quitinete de padrão popular, as quais dispõe de uma pequena área construída e, por conseguinte poucos cômodos, tendo em vista seu público alvo. Portanto, antes dessa seleção é notória a importância de realizar-se um estudo de viabilidade econômica, o qual deterá não só o orçamento, como também as futuras receitas, horizonte de tempo e duração da execução da obra. Com o resultado em mãos poderá ser escolhido o melhor sistema construtivo.

Foram elaborados dois distintos projetos para a elaboração do estudo em questão. O primeiro deles refere-se à construção do empreendimento em alvenaria tradicional com um total de 216 m² de área construída ou 36 m² por quitinete. Já o segundo trata-se do mesmo projeto porém construído com contêiner, totalizando 174 m² ou 29 m² de área por unidade.

Devido à existência de uma grande variedade de instituições de ensino superior na cidade, gera-se uma alta demanda por quitinetes, uma vez que uma quantidade relevante de alunos se origina de outro município. Portanto, é notório que, construir o conjunto habitacional próximo a alguma universidade seria uma escolha estratégica.

Visando estabelecer um preço mais próximo da realidade tanto para o preço do terreno quanto do aluguel, foram levantados dados tanto em imobiliárias quanto com proprietários particulares para residências e lotes com padrões semelhantes em locais próximos às universidades. Resultando assim no valor de R\$150.000,00 para um terreno de 30 x 20=600 m². Já em relação ao aluguel, notou-se que o sistema construtivo alvenaria tradicional possui valor agregado, visto que gera R\$800,00 de receita por quitinete, o que totaliza em R\$4800,00 de receita no primeiro mês. Já para a residência em contêiner apurou-se o valor de R\$ 650,00 por unidade, o que totaliza R\$4.200,00 de receita no primeiro mês.

Já estabelecidos os sistemas construtivos a serem comparados, elaborou-se um cômputo dos gastos necessários para a elaboração do projeto, através de orçamentos produzidos pelo autor junto com as

construtoras A e B. Os quais totalizaram em um valor de R\$434.508,36 para a alvenaria tradicional e R\$376.991,74 na obra com contêiner.

Para possibilitar o entendimento das variáveis adotadas nos fluxos de caixa, segue-se como foram estabelecidas. A taxa de desconto adotada no VP e no VPL está em conformidade com a média de juros das imobiliárias praticada pela Caixa Econômica Federal, a qual corresponde a 9% ao ano, a qual teve de ser convertida para valores mensais de 0,72%, uma vez que o fluxo de caixa deste trabalho foi adotado em periodicidade mensal. Já em relação à variação do valor do aluguel, adotou-se que o mesmo seria reajustado conforme a média do Índice Geral de Preço de Mercado (IGPM), da Fundação Getúlio Vargas (FGV), dos últimos dez anos, correspondendo a 6,44% ao ano, o qual é convertido em 0,52% ao mês.

Ainda pode-se notar que houve um importante aspecto adotado no trabalho, a premissa otimista de uma ocupação total dos imóveis em todo o tempo analisado aliado à sua ocupação imediata assim que disponível no mês subsequente ao término da construção. Além disso, não foram considerados custos operacionais, uma vez que será cobrado um valor de condomínio suficiente para arcar com as despesas.

Esta etapa demonstrará as conclusões estabelecidas no presente trabalho, devido aos métodos aplicados, os quais foram mencionados anteriormente. Possibilitando assim, uma visão ampla do mercado imobiliário da atualidade .

4.1 RESULTADOS DO INDICADOR DE VIABILIDADE ECONÔMICA

4.1.1 EMPREENDIMENTO EM ALVENARIA CONVENCIONAL

O conjunto habitacional com alvenaria tradicional contou com um prazo de construção de 7 meses. Sendo assim, considerou-se como prazo de investimento do primeiro mês (mês 0) ao sétimo mês (mês 6). Assim que finalizada a obra, inicia-se o primeiro mês com receita. No apêndice A pode-se verificar o fluxo de caixa para o horizonte de tempo de 120 e no apêndice B verifica-se o fluxo de caixa para 160 meses.

Aplicando a metodologia do VPL, exposta na tabela 1, verifica-se os resultados para um horizonte de planejamento de 120 meses e o resultado do VPL foi de R\$ 31.605,29. Como o valor do VPL foi superior a 0 (zero), fica evidente que o investimento inicial será recuperado a uma taxa atrativa tornando o projeto já viável no menor horizonte de tempo. Somam-se a isso os seguintes fatos: a taxa de desconto

utilizada no empreendimento foi de 0,72% ao mês, o qual obteve o resultado de uma TIR de 0,84%, além de um *payback* de 111,18.

TABELA 1 - VPL do empreendimento em alvenaria convencional com prazo de 120 meses

Investimento total	R\$ 434.508,36
VPL 120 meses	R\$ 31.605,29
Taxa de desconto mensal	0,72%
TIR	0,84%
Payback	111,18

Fonte autor, 2022

Já em relação ao horizonte de planejamento de 160 meses, exposto na tabela 2, chegou-se ao resultado do VPL de R\$ 237.651,78. Como o valor do VPL foi superior a 0 no menor horizonte de tempo, fica evidente que o investimento inicial será recuperado a uma taxa atrativa tornando o projeto viável. Soma-se a isso os seguintes fatos: a taxa de desconto utilizada no empreendimento foi de 0,72% ao mês, o qual obteve o resultado de uma TIR de 1,26%, além de um *payback* de 111,18.

TABELA 2 - VPL do empreendimento em alvenaria convencional com prazo de 160 meses

Investimento total	R\$ 434.508,36
VPL 120 meses	R\$ 237.651,78
Taxa de desconto mensal	0,72%
TIR	1,26%
Payback	111,18

Fonte autor, 2022

4.1.2 EMPREENDIMENTO EM CONTÊINER

O conjunto habitacional com contêiner contou com um prazo de construção de 3 meses. Sendo assim, considerou-se como prazo de investimento do primeiro mês (mês 0) ao terceiro mês (mês 2). Assim que finalizada a obra, inicia-se o primeiro mês com receita. No apêndice C pode-se verificar o fluxo de caixa para o horizonte de tempo de 120 e no apêndice D verifica-se o fluxo de caixa para 160 meses.

Aplicando a metodologia do VPL, na tabela 3, verifica-se os resultados para um horizonte de planejamento de 120 meses e o resultado do VPL foi de R\$ R\$ 30.821,21. Como o valor do VPL foi superior a 0, fica evidente que o investimento inicial será recuperado a uma taxa atrativa tornando o projeto já viável no menor horizonte de tempo. Soma-se a isso os seguintes fatos: a taxa de desconto utilizada no empreendimento foi de 0,72% ao mês, o qual obteve o resultado de uma TIR de 0,86%, além de um *payback* de 109,43.

TABELA 3 - VPL do empreendimento em contêiner com prazo de 120 meses

Investimento total	R\$ 376.991,74
VPL 120 meses	R\$ 30.821,21
Taxa de desconto mensal	0,72%
TIR	0,86%
Payback	109,43

Fonte autor, 2022

Já em relação ao horizonte de planejamento de 160 meses, tabela 4, chegou-se ao resultado do VPL de R\$R\$ 202.632,21. Como o valor do VPL foi superior a 0, já no menor horizonte de tempo, fica evidente que o investimento inicial será recuperado a uma taxa atrativa tornando o projeto viável. Soma-se a isso os seguintes fatos: a taxa de desconto utilizada no empreendimento foi de 0,72% ao mês, o qual obteve o resultado de uma TIR de 1,27%, além de um payback de 109,43.

TABELA 4 - VPL do empreendimento em contêiner com prazo de 160 meses

Investimento total	R\$ 376.991,74
VPL 120 meses	R\$ R\$ 202.632,21
Taxa de desconto mensal	0,72%
TIR	1,27%
Payback	109,43

Fonte autor, 2022

5 CONCLUSÃO

A pesquisa de mercado demonstrou que o empreendimento, objeto da pesquisa, possui aceitação, alinhado a realidade mercadológica no setor imobiliário brasileiro. O projeto arquitetônico parcial nasceu da necessidade da demanda pesquisada, e teve por característica um custo unitário básico de R\$ 836,77/m² (oitocentos e trinta e seis reais e setenta e sete centavos por metro quadrado de área equivalente), e implicou em edifício de quatro pavimentos, divididos por quatro apartamentos por pavimentos.

Os apartamentos foram projetados com uma atenção especial para atender o anseio da população, que optou por imóveis com dois dormitórios, uma suíte, um BWC, sala estar e jantar conjugada, cozinha/lavanderia e uma sacada. A área do imóvel apresentou 89,80 m² (oitenta e nove, virgula oitenta metros quadrados). A exploração do trabalho em destaque mostrou que o empreendimento

em suas diversas dimensões tende a ser viável, dentro do ponto de vista técnico, de mercado e das variáveis econômicas.

Nas simulações realizadas pode-se observar que todas apresentam um VPL positivo. Nas situações em que as vendas ocorriam mais rapidamente observa-se que os mesmos apresentam indicadores mais satisfatórios, com maiores valores para VPL e uma maior taxa interna de retorno. Também, o tempo de recuperação de capital acontece antecipadamente. Mesmo nas situações em que as vendas projetadas ocorriam mais tarde, o valor presente líquido manteve-se positivo e com uma TIR em torno dos 5% (cinco por cento).

Ocorre que nestes casos o *payback* decorre praticamente nos últimos meses da vida do empreendimento. Desta forma pode-se afirmar que o estudo proporcionou um embasamento suficiente para definir o projeto como viável e alocá-lo num segundo momento denominado de implantação dentro do viés comercial e empreendedor, atendendo ao problema de pesquisa e sua temática.

REFERÊNCIAS

AGUIRRE, L. M.; OLIVEIRA, J.; CORREA, C. B. Habitando o Container. 7º Seminário Internacional NUTAU 2008 – ESPAÇO SUSTENTÁVEL – INOVAÇÕES EM EDIFÍCIOS E CIDADES, São Paulo: NUTAU-USP, 2008.

All About Shipping Containers. Containerhomeassociation.org. Disponível em:

<<https://containerhomeassociation.org/all-about-shipping-containers.htm>>. Acesso em: 24 jun. 2022.

BERNARDO, L. F. A.; OLIVEIRA, L. A. P.; NEPOMUCENO, M. C. S.; et al. USE OF REFURBISHED SHIPPING CONTAINERS FOR THE CONSTRUCTION OF HOUSING BUILDINGS: DETAILS FOR THE STRUCTURAL PROJECT. Journal of Civil Engineering and Management, v. 19, n. 5, p. 628–646, 2013.

Disponível em: <<https://journals.vgtu.lt/index.php/JCEM/article/view/3894>>. Acesso em: 24 jun. 2022.

Container é estrutura sustentável e econômica para construção civil | AECweb. AECweb. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/container-e-estrutura-sustentavel-e-economica-para-construcao-civil/9793>>. Acesso em: 24 jun. 2022.

GOLDMAN, Pedrinho. Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira. 4. ed. São Paulo: Pini, 2004.

LIMMER, C. V. Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

OCCHI, T.; ALMEIDA, C. C. O. Uso de containers na construção civil: viabilidade construtiva e percepção dos moradores de Passo Fundo-RS. Revista de Arquitetura IMED, Passo Fundo, v. 5, n. 1, p. 16-27, jun. 2016. ISSN 2318-1109. Disponível em:

<<https://seer.imed.edu.br/index.php/arqimed/article/view/1282/858>>. Acesso em: 24 jun. 2022.

doi:<<https://doi.org/10.18256/2318-1109/arqimed.v5n1p16-27>>.

The History Of ISO Shipping Containers. Containerhomeassociation.org. Disponível em:

<<https://containerhomeassociation.org/history-of-shipping-containers.htm>>. Acesso em: 24 jun. 2022.

Tipos de Containers – Miranda Container. Mirandacontainer.com.br. Disponível em:

<<https://mirandacontainer.com.br/tipos-de-containers/>>. Acesso em: 24 jun. 2022.

Capítulo 9



10.37423/220806455

ALGORITMO DIDÁTICO PARA O MÉTODO DE GAUSS

Augusto Massashi Horiguti

*Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Rio Grande do Sul*

Juliane Donadel

*Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Rio Grande do Sul*



Resumo: *Diversos trabalhos nas áreas de educação e engenharia, junto dos altos índices de reprovação nas disciplinas básicas que envolvem matemática e física, constataam a grande lacuna na aprendizagem de conceitos matemáticos dos alunos ingressantes nos cursos superiores. Trata-se de uma deficiência na compreensão da teoria matemática, culminando na dificuldade de resolução de problemas. Nesse contexto, este trabalho visa mostrar um algoritmo didático baseado no método de Gauss para resolução de sistemas de equações lineares. O método é simples e de fácil compreensão, baseia-se no uso de tabelas para resolução do sistema. Afinal, a prática educativa necessita de constante renovação para contemplar de maneira simples e eficiente o processo de ensino-aprendizagem, nas mais diversas áreas do conhecimento.*

Palavras-chave: *Sistemas de Equações Lineares, Método de Gauss, Algoritmo Didático.*

1. INTRODUÇÃO

A prática educativa necessita de constante renovação, buscando alternativas diversas para que o paradigma do processo de aprendizagem seja contemplado de maneira eficiente. Atualmente, percebe-se uma grande lacuna na aprendizagem de conceitos matemáticos em alunos que ingressam em cursos técnicos pós-médios ou superiores, sendo que, essa defasagem culmina nas áreas das ciências exatas e engenharias. Dados de pesquisas de várias universidades nos cursos de engenharia indicaram uma concentração de reprovação nas disciplinas básicas, tais como cálculo e física, sendo que, 48% dos alunos que ingressaram em cursos de engenharia no país não se graduaram ao final do curso segundo dados do INEP/MEC (BRASIL, 2012; RAMOS et al., 2008).

Durante o ensino fundamental e médio, muitos alunos não conseguem adquirir habilidades para pensar logicamente e/ou aplicar ferramentas matemáticas para resolver problemas. Essa dificuldade é apontada por Pesquisas como as de Pedroso e Krupechacke (2009) e Cury e Bisognin (2006), as quais mostram o baixo nível de conhecimento de conceitos matemáticos básicos.

Com o intuito de minimizar esses problemas, as instituições de ensino superior estão implantando diversos tipos de projetos como disciplinas ou cursos preparatórios de matemática básica (COUTO, 2013), monitorias em turnos inversos aos da aula, métodos diferenciados de ensino baseados em projetos ou resolução de problemas práticos, (CAVALCANTE & EMBIRUÇU, 2013), entre outras (PERALTA et al., 2013).

Pensando nessas dificuldades e na busca de alternativas para facilitar a compreensão e aplicação das ferramentas matemáticas tão importantes no desenvolvimento desses cursos, esse trabalho visa mostrar um método didático para a solução de sistemas de equações lineares, já que tanto a bibliografia de ensino básico como a de superior aborda essa parte da álgebra linear com métodos baseados no cálculo de determinantes ou na manipulação de matrizes. Porém, para resolução de sistemas de quarta ordem ou mais esses métodos tornam-se bastante trabalhosos, tornando-se cansativos e, conseqüentemente, elevando a probabilidade de erros. Sabe-se também que ferramentas computacionais são grandes aliadas nesses casos, no entanto, é preciso compreender o método para posteriormente, implementá-lo computacionalmente.

O objetivo do trabalho é mostrar um método de fácil manuseio e compreensão, baseado na Eliminação de Gauss para resolver sistemas de equações lineares. O método proposto utiliza tabelas como ferramenta de organização e algoritmo de cálculo.

2. RESOLUÇÃO DE SISTEMAS DE EQUAÇÕES LINEARES

A resolução de sistemas de equações lineares e o cálculo de determinantes são exemplos de problemas fundamentais da álgebra linear que foram estudados desde longa data. Leibniz encontrou a fórmula para os determinantes em 1693 e, em 1750, Cramer apresentou um método para resolver sistemas lineares baseado no cálculo de determinantes, conhecida como Regra de Cramer. (LAMIN, 2000).

A solução de sistemas baseado em determinantes é a mais usada em nível médio e técnico, porém, esse método restringe-se a sistemas de terceira ordem, pois o cálculo de determinantes para matrizes de quarta ordem ou mais, torna-se extremamente trabalhoso. Outro método de resolução de sistemas baseado em escalonamento é conhecido por Eliminação de Gauss, porém, menos utilizado por envolver manipulação da matriz do sistema em questão.

A maioria dos livros de ensino médio aborda métodos de resolução de sistemas através de determinantes e escalonamento com matrizes de terceira ordem, no máximo. Sistema de ordem superior torna-se de difícil resolução a medida que necessitam de cálculo de determinantes e/ou manipulação das matrizes associadas. (PAIVA, 2005; DANTE, 2010). Já os livros de ensino superior abordam sistemas lineares de ordem n , em que a resolução dos mesmos se dá através de escalonamento. (STEINBRUCH & WINTERLE, 2010; BOLDRINI et al., 1986).

2.1. MÉTODO DE ELIMINAÇÃO DE GAUSS

O método de Gauss para solução de sistemas de equações lineares é um método numérico direto, em que a solução do sistema é obtida com um número finito de operações. Com $(n-1)$ passos o sistema linear $Ax = B$ é transformado num sistema triangular equivalente. (BARROSO et al., 1987; RUGGIERO & LOPES, 2009).

Considera-se um sistema linear do tipo $Ax = B$:

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix} \quad (1)$$

O objetivo do método de Gauss consiste em eliminar os elementos a_{ij} para $i > j$ para obter uma matriz triangular superior:

$$\begin{pmatrix} a'_{11} & a'_{12} & \dots & a'_{1n} \\ 0 & a'_{22} & \dots & a'_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & a'_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b'_1 \\ b'_2 \\ \dots \\ b'_n \end{pmatrix} \quad (2)$$

A partir dessa matriz triangular, aplicam-se substituições sucessivas para obter-se a solução pretendida. O método de eliminação de Gauss consiste em $n-1$ passos, em que os elementos a'_{ij} são obtidos a partir dos elementos a_{ij} . O elemento a_{kk} é chamado de pivô sendo que, para $k=1, \dots, n-1$, se o pivô $a_{kk} = 0$ então tem-se que efetuar a troca de linhas. Por outro lado, se $a_{kk} \neq 0$, utiliza-se a seguinte rotina:

$$m_{ik}: m_{ik} = \frac{a_{ik}^k}{a_{kk}^k}, \text{ para } i = k+1, \dots, n;$$

1º) Calcula-se o quociente

$$a_{ij}^{k+1}: a_{ij}^{k+1} = a_{ij}^k - m_{ik} a_{kj}^k, \text{ para } i, j = k+1, \dots, n;$$

2º) Determinam-se os elementos

$$b_i^{k+1}: b_i^{k+1} = b_i^k - m_{ik} b_k^k, \text{ para } i = k+1, \dots, n.$$

3º) Determinam-se os elementos

De forma que, ao final dos $n-1$ passos obtém-se o sistema triangular superior conforme a equação matricial acima.

2.2 ALGORITMO DIDÁTICO PARA O MÉTODO DE GAUSS

O Algoritmo a seguir mostra um método simplificado para resolver sistemas de equações lineares, baseado na Eliminação de Gauss. Inicialmente usa-se a matriz total do sistema, ou seja:

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} & b_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} & b_n \end{pmatrix} \quad (3)$$

O princípio básico deste algoritmo é o mesmo do método de eliminação de Gauss, com a diferença que não se usa o quociente m_{ik} para o cálculo dos novos elementos a_{ij}^{k+1} , mas sim a multiplicação cruzada de termos, isto é,

1º) Determinam-se os elementos $a_{ij}^{k+1} : a_{ij}^{k+1} = a_{kk}^k a_{ij}^k - a_{ik}^k a_{kj}^k$, para $i, j = k+1, \dots, n$;

2º) Determinam-se os elementos $b_i^{k+1} : b_i^{k+1} = a_{kk}^k b_i^k - a_{ik}^k b_k^k$, para $i = k+1, \dots, n$.

Cada vez que esta rotina é executada, eliminam-se uma linha e uma coluna da matriz total.

Para exemplificar, supõe-se um sistema linear solúvel e determinável com quatro incógnitas, dado pela Equação (4):

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + a_{14}x_4 = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + a_{24}x_4 = b_2 \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 + a_{34}x_4 = b_3 \\ a_{41}x_1 + a_{42}x_2 + a_{43}x_3 + a_{44}x_4 = b_4 \end{cases} \quad (4)$$

A matriz total do sistema será 4 x 5, conforme Equação (5):

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & b_2 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & b_3 \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} & b_4 \end{pmatrix} \quad (5)$$

Utiliza-se a forma tabular para facilitar a visualização, conforme Tabela 1:

Tabela 1 – Coeficientes da matriz 4 X 5.

a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}	b_1
a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}	b_2
a_{31}	a_{32}	a_{33}	a_{34}	b_3
a_{41}	a_{42}	a_{43}	a_{44}	b_4

A matriz resultante será 3 x 4, com os elementos da Tabela 2:

Tabela 2 – Coeficientes da matriz 3 X 4.

$a'_{22} = a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}$	$a'_{23} = a_{11}a_{23} - a_{13}a_{21}$	$a'_{24} = a_{11}a_{24} - a_{14}a_{21}$	$b'_2 = a_{11}b_2 - b_1a_{21}$
$a'_{32} = a_{11}a_{32} - a_{12}a_{31}$	$a'_{33} = a_{11}a_{33} - a_{13}a_{31}$	$a'_{34} = a_{11}a_{34} - a_{14}a_{31}$	$b'_3 = a_{11}b_3 - b_1a_{31}$
$a'_{42} = a_{11}a_{42} - a_{12}a_{41}$	$a'_{43} = a_{11}a_{43} - a_{13}a_{41}$	$a'_{44} = a_{11}a_{44} - a_{14}a_{41}$	$b'_4 = a_{11}b_4 - b_1a_{41}$

Repete-se esta rotina, obtendo-se como resultado uma matriz 2 x 3, de acordo com Tabela 3:

Tabela 3 – Coeficientes da matriz 2 X 3.

$a''_{33} = a'_{22}a'_{33} - a'_{32}a'_{23}$	$a''_{34} = a'_{22}a'_{34} - a'_{32}a'_{24}$	$b''_3 = a'_{22}b'_3 - a'_{32}b'_2$
$a''_{43} = a'_{22}a'_{43} - a'_{42}a'_{23}$	$a''_{44} = a'_{22}a'_{44} - a'_{42}a'_{24}$	$b''_4 = a'_{22}b'_4 - a'_{42}b'_2$

até obter uma matriz 1 x 2, como mostra Tabela 4:

Tabela 4 – Coeficientes da matriz 1 X 2.

$a'''_{44} = a''_{33}a''_{44} - a''_{34}a''_{43}$	$b'''_4 = a''_{33}b''_4 - a''_{43}b''_3$
---	--

fazendo com que a solução da quarta incógnita seja igual a:

$$x_4 = \frac{b'''_4}{a'''_{44}} \quad (6)$$

As demais incógnitas terão soluções dadas por:

$$x_3 = \frac{b''_3 - a''_{34} x_4}{a''_{33}} \quad (6)$$

$$x_2 = \frac{b'_2 - a'_{23} x_3 - a'_{24} x_4}{a'_{22}} \quad (7)$$

$$x_1 = \frac{b'_1 - a'_{12} x_2 - a'_{13} x_3 - a'_{14} x_4}{a'_{11}} \quad (8)$$

Porém, qualquer linha dessas matrizes poderá ser utilizada para a determinação das demais incógnitas.

Cabe lembrar que, assim como em qualquer sistema linear, é possível encontrar Sistemas Possíveis e Determináveis, que terão a solução proposta acima, assim como Sistemas Possíveis e Indetermináveis ou sistemas Impossíveis.

Através desse algoritmo, um Sistema Possível e Indeterminável ficará caracterizado quando pelo menos duas linhas da mesma matriz forem idênticas ou pelo menos uma delas tiver todos os elementos nulos ou ainda, na última etapa, for encontrada a linha conforme a Tabela 5:

Tabela 5 – Coeficientes da matriz 1 X 2 para sistema possível e indeterminado.

0	0
---	---

Já um Sistema Impossível é caracterizado principalmente na última etapa quando apenas o elemento da primeira coluna é nulo, conforme Tabela 6:

Tabela 6 – Coeficientes da matriz 1 X 2 para sistema impossível.

0	Número $\neq 0$
---	-----------------

2.3. EXEMPLO SOBRE O USO DO ALGORITMO DIDÁTICO EM SISTEMAS LINEARES

Resolução de sistemas provenientes da análise de circuitos pelas Leis de Kirchoff.

Suponha o seguinte circuito (a resistência R_4 está em curto-circuito, mas pretende-se apenas utilizar a configuração para ilustrar o método):

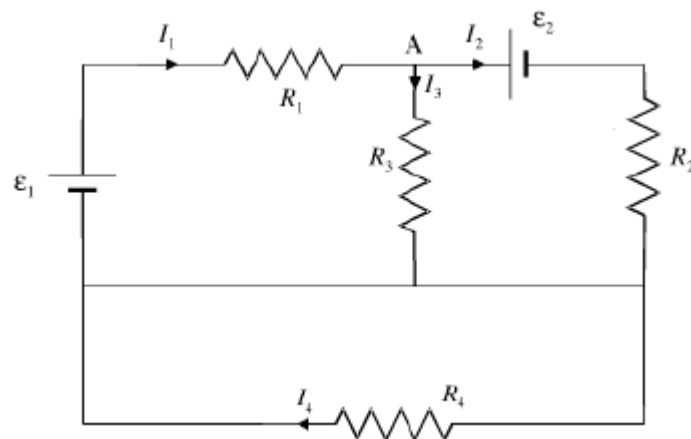


Figura 1: Circuito elétrico

Em que $\varepsilon_1 = 5 \text{ V}$, $\varepsilon_2 = 1 \text{ V}$, $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 1 \Omega$, de forma que obtém-se as seguintes equações:

$$\begin{cases} I_1 - I_2 - I_3 = 0 \\ I_1 + I_3 = 5 \\ I_2 - I_3 = -1 \\ I_1 + I_2 + I_4 = 4 \end{cases} \quad (9)$$

A matriz total será neste caso a mostrada na Tabela 10:

$$\begin{pmatrix} 1 & -1 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 5 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 4 \end{pmatrix} \quad (10)$$

O algoritmo é montando conforme a Tabela 7:

Tabela 7 – Coeficientes da matriz 4 X 5.

1	-1	-1	0	0
1	0	1	0	5
0	1	-1	0	-1
1	1	0	1	4

Na primeira etapa reduz-se para uma matriz 3 x 4:

Tabela 8 – Cálculo dos coeficientes da matriz 3 X 4.

$1x0 - 1x(-1) = 1$	$1x1 - 1x(-1) = 2$	$1x0 - 1x0 = 0$	$1x5 - 1x0 = 5$
$1x1 - 0x(-1) = 1$	$1x(-1) - 0x(-1) = -1$	$1x0 - 0x0 = 0$	$1x(-1) - 0x0 = -1$
$1x1 - 1x(-1) = 2$	$1x0 - 1x(-1) = 1$	$1x1 - 1x0 = 1$	$1x4 - 1x0 = 4$

Ou seja,

Tabela 9 – Coeficientes da matriz 3 X 4.

1	2	0	5
1	-1	0	-1
2	1	1	4

Na próxima etapa a matriz anterior é reduzida a uma matriz 2 x 3:

Tabela 10 – Coeficientes da matriz 2 X 3.

-3	0	-6
-3	1	-6

Repetindo a rotina, obtém-se a matriz 1 x 2:

Tabela 11 – Coeficientes da matriz 1 X 2.

-3	0
----	---

Logo, a quarta incógnita (I_4) terá como solução:

$$I_4 = \frac{0}{-3} = 0A \quad (11)$$

Para a determinação das demais incógnitas, pode-se utilizar as linhas obtidas em cada um dos passos acima. Por exemplo, para calcular a terceira incógnita (I_3) pode-se usar a primeira linha da Tabela 9, a qual corresponde à Equação (11):

$$-3I_3 + 0I_4 = -6 \Rightarrow -3I_3 = -6 \Rightarrow I_3 = 2A \quad (11)$$

A determinação da segunda incógnita (I_2) utilizamos a terceira linha da Tabela 7 e obtém-se a Equação (12):

$$I_2 - I_3 = -1 \Rightarrow I_2 - 2 = -1 \Rightarrow I_2 = 1A \quad (12)$$

Finalmente, o valor de I_1 é obtido pela primeira linha da Tabela 8, a qual fornece a Equação (13):

$$I_1 + I_3 = 5 \Rightarrow I_1 + 2 = 5 \Rightarrow I_1 = 3A. \quad (13)$$

Sendo assim, um sistema de quarta ordem é resolvido com poucas operações e de maneira simples e eficiente obtêm-se os valores das correntes elétricas.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É senso comum entre alunos e professores dos mais diversos níveis de ensino, que a matemática é uma das disciplinas em que os estudantes apresentam maior dificuldade de aprendizagem. Como mencionado anteriormente, diversos autores constaram esse fato que torna-se mais visível e preocupante nos cursos de Engenharia, em que a matemática é base para todo o curso, culminando em altos índices de reprovação. Desse problema, aliado a constante busca por renovação e aperfeiçoamento da prática de ensino surgiu a idéia da aplicação do método proposto. O algoritmo didático baseado no método de Gauss para resolução de sistemas mostrou-se eficiente por ser de fácil compreensão e manuseio, simplificando o número de operações necessárias para resolver sistemas lineares. O algoritmo usa tabelas como forma de organização e manutenção do método. Portanto, pode ser utilizado como ferramenta na resolução de problemas práticos como o exemplo mostrado. Além disso, o método teve uma boa aceitação por parte dos alunos, os quais resolveram sistemas de ordem maior que três de forma simples e eficiente.

AGRADECIMENTOS

Professor Celso Eduardo Pascholati, que forneceu subsídios para a aplicação do algoritmo didático.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROSO, Leônidas Conceição. et al. Cálculo Numérico com aplicações. 2 ed. São Paulo: Harbra, 1987, 367p, il.

BOLDRINI, José Luiz. et al. Álgebra Linear. 3 ed. São Paulo: Harbra, 1986, 407p, il. BRASIL. Relatório da Comissão Especial de Estudos sobre a Evasão nas Universidades Públicas Brasileiras. Diplomação, Retenção e Evasão nos Cursos de Graduação em Instituições de Ensino Superior Públicas. ANDIFES/ABRUEM/SESU/MEC. Disponível em:

<http://www.andifes.org.br/wpcontent/files_flutter/Diplomacao_Retencao_Evasao_Graduacao_em_IES_Publicas-1996.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2014.

CAVALCANTE, F.P.L; EMBIRUÇU, M.S. Aprendizado com base em problemas: como entusiasmar os alunos e reduzir a evasão nos cursos de graduação em Engenharia. Anais: XLI

- Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Gramado: UFRGS, 2013.

COUTO, R.G.M. et al. Avaliação do impacto do Cálculo Zero no desempenho de alunos ingressantes de cursos de Engenharia. Anais: XLI - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Gramado: UFRGS, 2013.

DANTE, Luiz Roberto. Matemática: Contexto e Aplicações. Vol único, 3 ed. São Paulo: Ática, 2010. 736p, il.

LAMIN, Maria Regina Nunes; UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA,

Resolução de Problemas Modelados com Sistema de Equações Lineares, 2000. 91p, il. Monografia (Graduação).

PAIVA, Manoel. Matemática. Vol único, 1 ed. São Paulo: Moderna, 2005. 578p, il. PEDROSO, C. M.; KRUECHACK, J. E. Análise de alternativas para recuperação de fundamentos de matemática no ensino de Cálculo em cursos de Engenharia. Anais: XXXVII

– Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Recife. 2009.

PERALTA, V.A; BRESSAN, G.M.; VICENTE, J.P. Articulação entre a teoria matemática e a teoria de sinais para motivar alunos do ensino técnico a ingressarem na Engenharia. Anais: XLI - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Gramado: UFRGS, 2013.

RAMOS, M.O. et al. A reprovação por frequência nos cursos de engenharia da Universidade Federal do Vale do São Francisco: um olhar dos docentes e discentes. Anais: XXXVI - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2008.

REHFELDT, M.J.H. et al. Investigando os conhecimentos prévios dos alunos de Cálculo do Centro Universitário Univates. Revista de Ensino de Engenharia, v. 31, n.1, p. 24-30, 2012.

RUGGIERO, Márcia A. Gomes; LOPES, Vera L. da Rocha. Cálculo Numérico: aspectos teóricos e computacionais. 2 ed. São Paulo: Makron Books, 2009. 395p, il.

STEINBRUCH, Alfredo. WINTERLE, Paulo. Álgebra Linear. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 2010. 583p, il.

 conhecimentolivre.org/home
 contato@conhecimentolivre.org
 [editoraconhecimentolivre](https://www.instagram.com/editoraconhecimentolivre)

ENGENHARIA: A MÁQUINA QUE CONSTRÓI O FUTURO

VOLUME X



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE