

Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS

Scientia Tec

Volume 6, Número 2, Julho/Dezembro 2019



INSTITUTO FEDERAL
Rio Grande do Sul

e-ISSN 2318-9584



ScientiaTec

ScientiaTec: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS,
Porto Alegre, v.6, n.2, 2019.

ISSN 2318-9584

Conselho Editorial

Editora-chefe: Cibele Schwanke

IFRS - Campus Porto Alegre

Evandro Manara Miletto

IFRS - Campus Porto Alegre

Filipe Xerxeneski da Silveira

IFRS - Campus Porto Alegre

Gabriela Fernanda Cé Luft

IFRS - Campus Porto Alegre

Lizandra Brasil Estabel

IFRS - Campus Porto Alegre

Magali Lippert da Silva

IFRS - Campus Porto Alegre

Maria Cristina Caminha de Castilhos França

IFRS - Campus Porto Alegre

Telmo Francisco Manfron Ojeda

IFRS - Campus Porto Alegre

Conselho Científico

André Frazão Teixeira (UTAD, Portugal)

Andréa Poletto Sonza (IFRS, Brasil)

Carlos Roberto dos Anjos Candeiro (UFG, Brasil)

Clarice Monteiro Escott (IFRS, Brasil)

Diogo Onofre de Souza (UFRGS, Brasil)

Fernanda Valli Nummer (UFPA, Brasil)

Franclin Costa do Nascimento (IFB, Brasil)

Júlio Xandro Heck (IFRS, Brasil)

Leandro Lesqueves Costalonga (UFES, Brasil)

Leonardo Xavier da Silva (UFRGS, Brasil)

Luciana Calabró Berti (UFRGS, Brasil)

Maria do Rocio Fontoura Teixeira (UFRGS, Brasil)

Maria Helena Paiva Henriques (UC, Portugal)

Valdir José Morigi (UFRGS, Brasil)

Revisão e Edição de Texto

Gabriela Fernanda Cé Luft

Editores eletrônicos

Cibele Schwanke

Bruno Lentz - Bolsista Propri (IFRS)

Capa, diagramação e layout

Bruno Lentz

Avaliadores ad hoc

Aline Silva Bona

Ana Cristina Wesner Viana

Andrea Poletto Sonza

Antônio Nunes De Oliveira

Cazimiro De Sousa Campos

Cleonice Bittencourt

Daniela Dallegrave

Daniela Rodrigues Da Silva

Fernanda Da Silva Alabarce

Francisco Catelli

Gilnei Luiz De Moura

Giniani Carla Dors

Gradisca De Oliveira Werneck De Capistrano

José Claudio Del Pino

Karla Dos Santos Guterres Alves

Luciana Machado Rodrigues

Luciano Nascimento Castro

Luciano Vargas Flores

Marcia Lazzari Viana

Maria Eugenia D'esposito

Mirian Ribeiro Galvão Machado

Roberto Rodney Ferreira Junior

Sérgio Mittmann Dos Santos

Aceitabilidade de barra de cereal com adição de okara e farelo de casca de abacaxi

Darlene Ana de Paula Vieira

Instituto Federal de Goiás (IFG) – *Campus* Inhumas
(darlene.vieira@ifg.edu.br)

Maria Deluany Guilherme Duarte

Instituto Federal de Goiás (IFG) – *Campus* Inhumas
(maria_dgd@hotmail.com)

Gabriel Brito Ribeiro

Instituto Federal de Goiás (IFG) – *Campus* Inhumas
(gabrielbr_biel@hotmail.com)

Eli Regina Barboza de Souza

Universidade Federal de Goiás (UFG)
(eliregina1@gmail.com)

Rosângela Vera

Universidade Federal de Goiás (UFG)
(rosangela.vera@uol.com.br)

Resumo: Este trabalho teve como objetivos elaborar e avaliar barras de cereais produzidas utilizando okara e farelo de casca de abacaxi, analisar as características físico-químicas, cor por imagem digital e análise sensorial deste produto. Foram desenvolvidas formulações, variando-se a porcentagem de okara e farelo de casca de abacaxi (10, 15 e 20%) na composição das barras de cereais. As barras apresentaram pH variando de 5,24 a 5,55, acidez titulável de 0,54 a 0,56%, sólidos solúveis totais de 68,50 a 69,00, SST/AT de 122,46 a 126,90. A relação SST/AT é considerada um dos indicativos de maior importância para características do sabor de um alimento, sendo definido pelo balanço entre sólidos solúveis e acidez. A formulação F2 tendeu a uma coloração mais escura (L^*), de acordo com as análises realizadas nas imagens digitais. Foi observada diferença significativa para o sabor entre as três formulações, não sendo verificadas diferenças significativas entre cor, consistência e impressão global. Quanto às análises sensoriais, as formulações foram bem aceitas pelos julgadores, atingindo-se altos índices de aceitabilidades para todos os atributos avaliados de cor, sabor, consistência e impressão global, ficando esse valor maior que 79,33%. Com base nos resultados obtidos, podemos considerar as barras de cereais produzidas no presente trabalho como satisfatórias sob o ponto de vista da aceitabilidade pelo consumidor.

Palavras Chave: Acidez; sólidos solúveis; cor e sabor.

Cereal Bar Acceptability with Added Okara and Pineapple Husk

Abstract: The objectives of this work were to elaborate and evaluate cereal bars produced using okara and pineapple husk to analyze the physicochemical characteristics, color by digital image and sensory analysis of this product. Formulations were developed varying the percentage of okara and pineapple shell (10, 15 and 20%) in the composition of cereal bars. The bars presented pH ranging from 5.24 to 5.55, titratable acidity from 0.54 to 0.56%, total soluble solids from 68.50 to 69.00, TSS/TA from 122.46 to 126.90. The TSS/TA ratio is considered one of the most important indicative for the taste characteristics of a food, being defined by the balance between soluble solids and acidity. The F2 formulation tended to have a darker color (L^*) according to the analyses performed on the digital images. Significant differences in flavor were observed between the three formulations and no significant differences were found between color, consistency and overall impression. As sensory analysis, the formulations were well accepted by the judges, reaching high levels of acceptability for all evaluated attributes of color, flavor, consistency and overall impression leaving this value greater than

79.33%. Based on the results obtained, we can consider the cereal bars produced in the present work as satisfactory from the point of view of consumer acceptability.

Key-words: Acidity; soluble solids; color and flavor.

INTRODUÇÃO

A busca por uma vida mais saudável impulsiona o consumo por produtos leves e naturais, como as barras de cereais. Por isso esses produtos apresentam uma forte tendência de crescimento no mercado. As primeiras barras de cereais foram comercializadas no Reino Unido, em meados da década de 80. No Brasil, surgiram em 1992 e eram consumidas principalmente por atletas. O consumo também ocorre por pessoas que desejam perder ou manter o peso ou aliar uma alimentação saudável à praticidade (RODRIGUES JUNIOR *et al.*, 2011).

As barras de cereais são definidas por Lobato *et al.* (2012) como alimento nutritivo composto por vários ingredientes, que incluem cereais, frutas, nozes e açúcar. Os atributos de textura, sabor e propriedades físicas são definidos pela combinação adequada dos ingredientes, que devem se completar mutuamente, de modo a revelar um sabor adocicado e agradável (SOUZA *et al.*, 2012).

A mudança do estilo de vida e dos hábitos alimentares dos indivíduos afeta a ingestão e as necessidades de nutrientes, por isso é importante que haja uma alimentação saudável e equilibrada, para atender as necessidades básicas do organismo. Neste contexto, a popularidade da barra de cereal está entre os mais sofisticados produtos consumidos, através de apelos como “ingredientes naturais” e “saúde” (GRDEN *et al.*, 2008).

A demanda por alimentos nutritivos e seguros está crescendo mundialmente, e a ingestão de alimentos balanceados é a maneira correta de evitar ou mesmo corrigir problemas de saúde, como: obesidade, diabetes, desnutrição, cardiopatias, entre outros que têm origem, em grande parte, nos erros alimentares. Observa-se uma nova tendência no consumo alimentar, com uma demanda cada vez maior por alimentos com elevadas propriedades nutricionais e funcionais. As barras de cereais atendem a esta tendência e são elaboradas a partir da extrusão da massa de cereais de sabor adocicado e agradável, fonte de vitaminas, sais minerais, fibras, proteínas e carboidratos complexos (IZZU; NINESS, 2001).

O processamento da barra ocorre em duas fases, a saber, a “fase sólida”, obtida da compactação de grãos (cereais e fabáceas), nozes (castanhas e amêndoas) e frutas secas, em uma variedade de combinações, e a “fase contínua”, adicionada de substâncias ligantes, tais como mel, melado de cana, açúcar mascavo, sacarose, xarope de glicose, açúcar invertido, lecitina de soja, glicerina, pectina cítrica, óleos, gordura vegetal e outros (PAIVA, 2008).

As agroindústrias de alimentos vegetais, paralelamente à linha convencional de seus produtos, geram subprodutos e resíduos que ainda trazem considerável potencial nutritivo e de fibras. No caso do subproduto, tem-se buscado várias maneiras de agregar-lhe valores, tornando a sua comercialização economicamente mais viável (PAIVA, 2008). A viabilidade de utilização de subprodutos e resíduos de agroindústrias com agregação de valores para serem consumidos na alimentação humana tem sido constantemente investigada. Como a formulação de barras de cereais possibilita grande diversificação do produto, a utilização de resíduos pode contribuir tanto para agregar qualidade tecnológica e nutricional como também diminuir os impactos no ambiente (FONSECA *et al.*, 2011).

Na elaboração de produtos do abacaxi, principalmente no processamento de abacaxi em calda, ocorre grande acúmulo de cascas, centros, aparas e outras partes não utilizadas pela agroindústria. A porção comestível representa apenas 22,5% a 35% do fruto, sendo o restante descartado. Esses resíduos, principalmente de cascas, obtidos durante o descasque mecânico do fruto contém quantidade considerável de polpa aderida, que é descartada juntamente com os outros resíduos. Tais resíduos servem apenas como material base para a alimentação animal (PRADO *et al.*, 2003), não sendo utilizados para a obtenção de subprodutos.

O okara é um subproduto do processamento do extrato aquoso de soja e do tofu e contém aproximadamente 27% de proteínas (base seca) com boa qualidade nutricional; por este motivo é considerado uma fonte de proteína vegetal de baixo custo e que apresenta um bom potencial para consumo humano (APLEVICZ e DEMIATE, 2007). No entanto, O okara é utilizado mais comumente na fabricação de rações para animais ou descartado como “lixo industrial”, contaminando o meio ambiente (SILVA *et al.*, 2007). Contudo, o okara tem sido proposto como um ingrediente funcional por ser rico em proteínas e em lipídios, apresentar componentes como os ácidos graxos (PAULA *et al.*, 2019).

Com base no exposto, o presente trabalho teve como objetivos elaborar e avaliar barras de cereais produzidas utilizando okara e farelo de casca de abacaxi, analisar as características físico-químicas, cor por imagem digital e análise sensorial deste produto.

1. MATERIAL E MÉTODOS

Matéria-Prima

Foram utilizados os seguintes ingredientes para a formulação da barra de cereais: xarope de aglutinação - açúcar mascavo, glicose de milho, gordura vegetal, aroma de baunilha e água; ingredientes secos - farelo de casca de abacaxi, farinha de okara, aveia em flocos, uva passa, flocos de arroz. A casca de abacaxi e a okara foram secos em estufa a 60°C durante 10 horas, depois de seco a casca foi triturada e peneirada obtendo o farelo. Para desenvolver a barra de cereais foram realizadas três formulações F1, F2 e F3, (10, 15 e 20% de okara respectivamente) (Tabela 1), adaptadas de Arévalo-Pinedo *et al.* (2013). Todos os processos foram desenvolvidos no laboratório de vegetais do *Campus* Inhumas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Tabela 1. Formulação de barras de cereais elaboradas com okara e farelo de casca de abacaxi.

Ingredientes	Formulações (%)		
	F1	F2	F3
Xarope de aglutinação			
Açúcar mascavo	16,0	16,0	16,0
Glicose de milho	18,0	18,0	18,0
Gordura vegetal	2,0	2,0	2,5
Aroma de baunilha	1,0	1,0	1,0
Água	6,0	6,0	6,0
Ingredientes secos			
Resíduo de abacaxi	10,0	15,0	20,0
Okara	10,0	15,0	20,0
Aveia em flocos	10,0	5,0	3,0
Uva passa	10,0	5,0	3,0
Floco de arroz	10,0	10,0	4,0

Fonte: Autores

Processamento das barras de cereais

A preparação do xarope de aglutinação foi realizada em recipiente de aço inoxidável, onde os ingredientes foram aquecidos sob agitação, até a obtenção do xarope. Os ingredientes secos foram misturados ao xarope de aglutinação à temperatura de 94°C, seguida de enformagem e prensagem, e levado ao forno a 120°C por dez minutos. Após resfriamento, as barras foram desenformadas e cortadas em tamanhos retangulares de 10g cada unidade, e em seguida realizada a análise sensorial.

Análise Sensorial

A avaliação sensorial foi realizada por 57 julgadores não treinados, entre docentes, discentes, servidores técnicos-administrativos, terceirizados e visitantes do IFG - *Campus* Inhumas. A equipe abrangeu indivíduos de ambos os sexos, sendo 51% do sexo masculino e 49% do sexo feminino, com idade ente 15 e 65 anos. O procedimento ocorreu em Laboratório de Análise Sensorial do IFG - *Campus* Inhumas, com cabines individuais, sob luz branca.

A apresentação das amostras para análise sensorial deu-se em pratos de plástico descartável, na cor branca, codificado com códigos F1, F2 e F3. Os atributos avaliados foram: cor, sabor, consistência e impressão global. Para o teste de aceitação cada provador recebeu uma ficha de avaliação sensorial, com escala hedônica estruturada de nove pontos, abrangendo de “gostei muitíssimo” a “desgostei muitíssimo”. Somente participaram dos experimentos os provadores que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento (TCLE) aprovado pelo Comitê de Ética do IFG.

Para o cálculo do Índice de Aceitabilidade (IA) de cada formulação, foi utilizada a Equação (1) (TEIXEIRA *et al.*, 1987):

$$\text{Equação (1)} \quad \text{IA (\%)} = A \times 100/B$$

Onde:

A = nota média obtida para o produto;

B = nota máxima dada ao produto.

Sendo considerada aceita a barra de cereal que apresentou IA igual ou superior a 70% (TEIXEIRA *et al.*, 1987).

Análises Físico-Químicas

As três formulações de barras de cereais com okara e farelo de casca de abacaxi foram avaliadas quanto ao pH, acidez titulável (AT) (% de ácido cítrico) e sólidos solúveis totais (SST) (°Brix), e ratio SST/AT conforme as metodologias recomendadas pelo AOAC (2012).

Cor por imagem digital

Para a determinação da cor das barras de cereais, foi empregada câmera digital. A lente da câmara foi posicionada em perpendicular à superfície do produto a uma distância de 20cm e foi ajustado o balanço de branco para luz do dia. Foi utilizado um sistema de iluminação com uma fonte D65, incidindo com ângulo de 45° sobre o produto colocado sobre um fundo branco. Com auxílio do programa *Microsoft Paint*, selecionou-se área da imagem digital das barras de cereais, aproximadamente 5x5cm², e converteu-se a mesma em valor RGB médio, utilizando-se leitura de cor pixel a pixel do *Paint*. Usando a ferramenta *EasyRGB*, um *software* gratuito, os valores de RGB foram convertidos para escala CIELab, encontrando-se o valor da coordenada L*.

Análise Estatística

Inicialmente, verificou-se se os dados atendiam às pressuposições da análise de variância, logo após, foi realizado o Teste de Tukey, utilizando-se o software livre Assistat 7.7 beta (SILVA e AZEVEDO, 2016).

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físico-químicas das barras de cereais acrescidas de okara e farelo casca de abacaxi estão apresentados na Tabela 2. Não houve diferença significativas entre os valores de pH, acidez total (AT), sólidos solúveis totais (SST), e ratio SST/AT para as três formulações de barras de cereais com as porcentagens de 10, 15 e 20% de okara e de farelo de casca de abacaxi para as formulações F1, F2 e F3, respectivamente. Indica que a variação da porcentagem destes ingredientes de uma formulação para outra não altera as características físico-químicas do produto formulado.

O pH variou de 5,24 a 5,55, valores bem próximos aos encontrados por Sampaio *et al.* (2010), que foram de 5,25 a 5,42, encontrado em barra de cereais fortificadas com ferro. Os valores de pH das três formulações de barras de cereais na presente pesquisa apresentaram-se relativamente baixos, indicando produto levemente ácido.

Tabela 2. pH, acidez total (AT), sólidos solúveis totais (SST), relação SST/AT de barras de cereais formuladas com okara e farelo de casca de abacaxi.

Formulação	Características físico-químicas			
	pH	AT ¹	SST ²	SST/AT
F1 ³	5,39a±0,65	0,54a±0,013	68,50a±1,29	126,90a±4,83
F2	5,55a±0,69	0,55a±0,016	69,00a±0,81	123,81a±4,55
F3	5,24a±0,45	0,56a±0,011	69,00a±1,41	122,46a±2,77
CV% ⁴	11,33	2,47	1,75	3,34

¹g ácido 100g⁻¹ amostra; ²Brix; ³Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ⁴Coeficiente de variação (%).

Fonte: Autores

A acidez total variou de 0,54 a 0,56, sendo o menor valor encontrado na formulação F1. Estes valores corroboram com os encontrados em barras de cereais de baru analisadas por Ramos *et al.* (2015). Os valores de pH e acidez titulável fornecem informações quanto à qualidade do produto, visto que, quanto menor o valor de pH e maior o valor de acidez titulável, maior é a conversão dos ácidos graxos de cadeia longa em ácidos graxos orgânicos de cadeia curta, os quais conferem sabor e odor desagradáveis aos produtos Silva (2012). Portanto, as barras de cereais deste estudo apresentaram pH e acidez titulável dentro da faixa encontrada por outros autores para este tipo de produto.

A análise de sólidos solúveis totais das barras de cereais variou de 68,50 a 69,00°Brix, não havendo diferença significativa entre as formulações. Estes valores foram menores aos verificados por Gutkoski *et al.* (2007), em barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. A relação SST/AT também não variou entre as 3 formulações. De acordo com Natividade (2010), a relação SST/AT é considerada um dos indicativos de maior importância para características do sabor de um alimento, sendo definido pelo balanço entre sólidos solúveis e acidez. Quanto maior a relação SST/AT maior a concentração de açúcares em relação aos ácidos orgânicos.

Na Figura 1 são apresentados os parâmetros da análise de cor por imagem digital das barras de cereais formuladas. Os valores evidenciam que a formulação F2 tendeu a uma coloração mais escura, pois apresentou um valor de L* menor.

Figura 1. Aparência das três formulações de barras de cereais elaboradas com okara (10, 15 e 20% respectivamente) e farelo de casca de abacaxi, e coordenadas de cor por imagem digital.

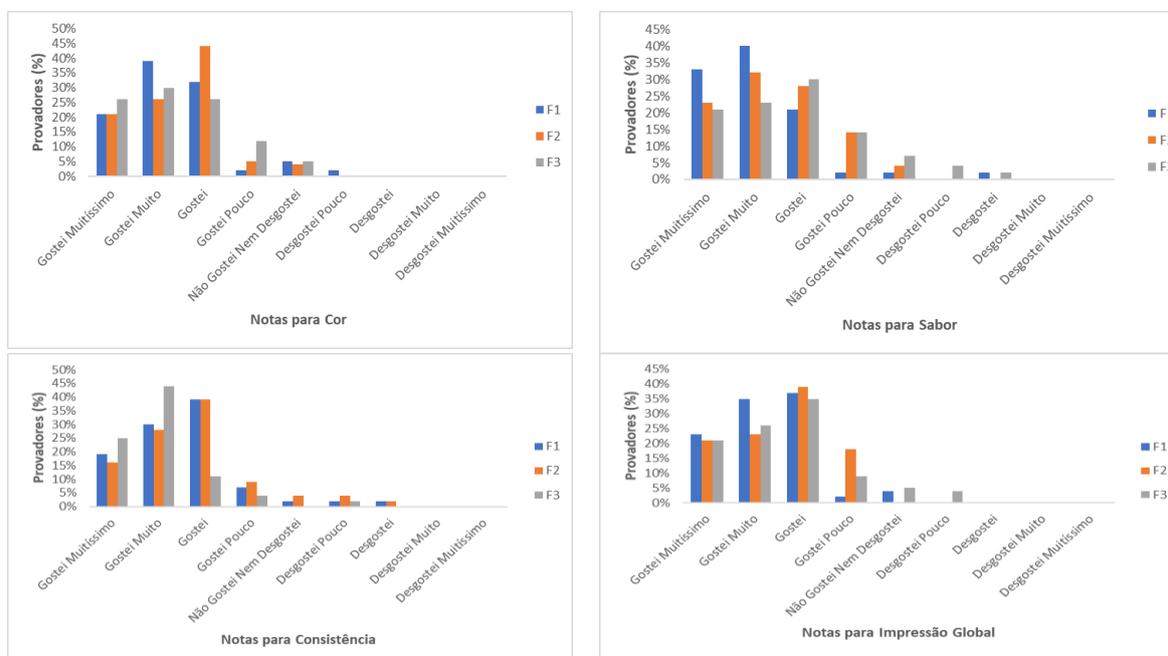


Fonte: Autores

Na Figura 2 são apresentados os resultados obtidos no teste de análise sensorial referente à aceitação das barras de cereais elaboradas. Observou-se que todos os atributos avaliados (cor, sabor, consistência e impressão global) das formulações de barras de cereais com okara e farelo de casca de abacaxi apresentaram boa aceitabilidade, obtendo, após o teste, acima de 74% das respostas na região de aceitação (gostei a gostei muitíssimo). A formulação (F1), somando as notas de gostei, gostei muito e gostei muitíssimo, obteve maiores valores para os atributos (cor, sabor, consistência e impressão global), 92%, 94%, 88%, 95%, respectivamente.

O resultado encontrado assemelha-se ao encontrado por Pertuzatti (2006), que, após avaliação das barras de cereais com mirtilo, com e sem desidratação osmótica, a maioria dos julgadores opinaram entre essas categorias de agrado. Quanto ao atributo não gostei e nem desgostei, correspondente à região de indiferença da % escala hedônica, foram observados um percentual de respostas entre 2% a 7%. E, para os atributos avaliados, não foram obtidos nenhuma resposta na região do desgostei muitíssimo.

Figura 2. Distribuição dos provadores pelos valores hedônicos obtidos na avaliação dos atributos cor, sabor, consistência e impressão global das três formulações de barras de cereais adicionadas de okara e farelo de casca de abacaxi nas proporções de 10%, 15% e 20%, respectivamente.



Fonte: Autores

As médias das notas atribuídas pelos 57 julgadores as barras de cereais avaliadas quanto à aceitabilidade sensorial estão apresentadas na Tabela 3. As barras de cereais elaboradas com okara e farelo de casca de abacaxi apresentaram boa aceitação nos atributos sensoriais avaliados. Pode-se observar que os julgadores não identificaram diferenças significativas entre os atributos cor, consistência e impressão global, desta forma pode-se afirmar que as três formulações (F1, F2 e F3) foram homogêneas para estes atributos. A formulação (F1) obteve maior médias de nota para os atributos cor (7,64), sabor (8,03), consistência (7,45) e impressão global (7,72), no entanto, não diferiu das formulações F2 e F3. Contudo, a formulação C diferiu significativamente da formulação A no atributo sabor.

Tabela 3. Notas atribuídas pelos provadores não treinados para a aceitação sensorial das formulações de barra de cereais formuladas com casca de abacaxi e okara.

Formulação	Cor ¹	Sabor ¹	Consistência ¹	Impressão Global ¹
F1 ²	7,64a±1,06	8,03a±1,11	7,45a±1,25	7,72a±0,99
F2	7,53a±0,94	7,56ab±1,12	7,26a±1,27	7,47a±1,27
F3	7,58a±1,15	7,26b±1,32	7,14a±1,24	7,37a±1,24
CV% ³	13,91	15,59	17,21	14,54

¹Atributos avaliados; ²Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ³Coefficiente de variação (%).

Fonte: Autores

Através da avaliação sensorial, verificou-se que, dentre as três formulações das barras de cereais com okara e farelo de casca de abacaxi, de acordo com o atributo sabor, as formulações F1 e F2 apresentaram a mesma aceitabilidade. O sabor é o atributo mais apreciado em um alimento, nas três formulações a que obteve a maior nota foi a (F1) e esta não diferiu da F2, comprovando que as formulações F1 e F2 foram as mais aceitas pelos julgadores.

O Índice de Aceitabilidade (IA) verificado para as três formulações de barras de cereais foi significativo, considerando uma repercussão favorável quanto ao IA. Segundo Bispo *et al.* (2004), Teixeira *et al.* (1987) e Dutcosky (2007), para que o produto seja considerado como aceito, em termos de suas propriedades sensoriais, é necessário que este obtenha um Índice de Aceitabilidade (IA) de, no mínimo, 70%. Para a formulação (F1), o IA variou de 82,77% a 89,22% para os atributos avaliados, com destaque para o atributo cor. Já a formulação (F2), variou entre 80,66% a 84,00%, e a formulação (F3) 79,33% a 84,22%, para esta formulação a consistência obteve uma menor porcentagem para o IA (Tabela 4).

Ao desenvolver um novo produto, um dos pontos fundamentais é avaliar sua aceitabilidade, a fim de predizer seu comportamento frente ao mercado consumidor (MOSCATTO *et al.*, 2004). Com base nas notas para a aceitabilidade e no cálculo do IA, pode-se verificar que todas as formulações apresentaram boa aceitabilidade, visto que as formulações avaliadas apresentaram IA superior a 79,3% para todos os atributos avaliados.

Tabela 4. Índice de aceitabilidade (IA) das barras de cereais formuladas com okara e farelo de abacaxi segundo atributo avaliados.

Formulação	Atributos	Notas Médias	Índice de Aceitabilidade (%)
F1	Cor	7,64	84,88
	Sabor	8,03	89,22
	Consistência	7,45	82,77
	Impressão Global	7,72	85,77
F2	Cor	7,53	83,66
	Sabor	7,56	84,00
	Consistência	7,26	80,66
	Impressão Global	7,47	83,00
F3	Cor	7,58	84,22
	Sabor	7,26	80,66
	Consistência	7,14	79,33
	Impressão Global	7,37	81,88

Fonte: Autores

A análise sensorial é uma ferramenta que é utilizada para o desenvolvimento de novos produtos, determinação das diferenças e similaridades apresentadas entre

produtos concorrentes, reformulação de produtos já estabelecidos no mercado, estudo de vida de prateleira (*shelflife*), identificação das preferências dos consumidores por um determinado produto e, finalmente, para a otimização e melhoria da qualidade (SCHNEIDER, 2006). Na presente pesquisa sensorial, mostrou-se um índice de aceitabilidade superior ao preconizado de 70%, indicando que as formulações foram aceitas pelos julgadores.

CONCLUSÃO

As barras de cereais formuladas com okara e farelo de abacaxi foram bem aceitas pelos julgadores, potenciais consumidores desde tipo de produto. Portanto, percebe-se a relevância destas formulações, tornando-as promissoras e inovadoras, principalmente por utilizarem resíduos na sua formulação. Por outro lado, cria-se a possibilidade de aproveitamento desses resíduos na alimentação humana.

Referências

- AOAC. **American of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of AOAC**. 19. Ed. Gaitlerburg: AOAC International. 2012.
- APLEVICZ, K. S.; DEMIATE, I. M. Análises Físico-Químicas de Pré-Mistura de Pães de Queijo e Produção de Pães de Queijo com Okara. **Revista Ciência e Agrotécnica**, Lavras, 2007.
- ARÉVALO-PINEDO, A.; ARÉVALO, Z. D. S.; BESERRA, N. S.; ZUNIGA, A. D. G.; COELHO, A. F. S.; PINEDO, R. A. Desenvolvimento de barra de cereais à base de farinha de amêndoa de babaçu (*Orbygnia speciosa*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 15, n. 4, p. 405-411, 2013.
- BISPO, E. S.; SANTANA, L. R. R.; CARVALHO, R. D.S.; LEITE, C. C; LIMA, M. A. C. Processamento, Estabilidade e Aceitabilidade de Marinado de Vongole. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 3, p. 353-356, 2004.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 2007.
- FONSECA, R. S.; DEL SANTO, R.; SOUZA, G. B., PEREIRA, C. A. M.; Elaboração de barra de cereais com casca de abacaxi. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.61, 2011.

- GRDEN, L.; DE OLIVEIRA, C. S.; BORTOLOZO, E. A. F. Q. Elaboração de uma barra de cereais como alimento compensador para praticantes de atividade física e atletas. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 2, n. 1, 2008.
- GUTKOSKI, L. C., BONAMIGO, J. D. A., TEIXEIRA, D. D. F.; PEDÓ, I. Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 355-363, 2007.
- IZZO, M.; NINESS, K. Formulating Nutrition Bars with Inulin and Oligofructose. **Cereal Foods World**, v. 46, n. 3, p. 102-105, 2001.
- LOBATO, L. P.; IAKMIU, C.; PEREIRA, A. E.; LAZARETTI, M. M.; BARBOSA, D. S.; CARREIRA, C. M.; MANDARINO, J. M. G.; GROSSMANN, M. V. E. Snack bars with high soy protein and isoflavone content for use in diets to control dyslipidaemia. **International journal of food sciences and nutrition**, v. 63, n. 1, p. 49-58, 2012.
- MOSCATTO, J. A.; PRUDÊNCIO-FERREIRA, S. H.; HAULY, M. C. O. Farinha de yacon e inulina como ingredientes na formulação de bolo de chocolate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 634-640, 2004.
- NATIVIDADE, M. M. P. **Desenvolvimento, caracterização e aplicação tecnológica de farinhas elaboradas com resíduos da produção de suco de Uva**. 2010. 202 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.
- PAIVA, A. P. **Estudo tecnológico, químico, físico-químico e sensorial de barra de alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais**. Dissertação de mestrado da Universidade de Lavras Minas Gerais, 2008.
- PAULA, G. T.; FARIAS, H. P. S.; ALI, L. R. F. Y.; RIBEIRO, R. C.; SILVA PEREIRA, V.; SOUZA PAIVA, E.; PEREIRA, M. C. P. C. Desenvolvimento de uma formulação do “tipo hambúrguer” de okara com shitake. **Semioses**, v. 13, n. 1, p. 33-46, 2019.
- PERTUZATTI, P. B.; CORRÊA, F. V.; DE MORAES, J. O.; SALAS-MELLADO, M.; SANTOS, R. O. Avaliação sensorial de barras de cereais com passas de mirtilo (*vaccinium ashei* reade) com e sem desidratação osmótica. In: **Congresso de Iniciação científica da Universidade Federal de Pelotas**, 15, 2006, Pelotas. Resumos... Pelotas: UFPEL, 2006.
- PRADO, I. D.; LALLO, F. H.; ZEOULA, L. M.; CALDAS, S. F.; DO NASCIMENTO, W. G.; MARQUES, J. Níveis de substituição da silagem de milho pela silagem de resíduo industrial de abacaxi sobre o desempenho de bovinos confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 737-744, 2003.
- RAMOS, E. W. V. B.; SOUZA, L. F. A.; LIMA, A. V. S. C.; SANTOS, M. R. L. Qualidade físico-química e microbiológica de barras de cereais de baru

adquiridas em Pirenópolis-Go. **IV Congresso Estadual de Iniciação Científica do IF Goiano**, p. 1-2, 21 a 24 de setembro de 2015.

RODRIGUES JUNIOR, S.; PATROCINIO, I. M.; PEÑA, W. E. L.; JUNQUEIRA, M. S.; QUINTÃO TEIXEIRA, L. J. Q. T. Desenvolvimento de barra de cereal salgada enriquecida com farinha de albedo de maracujá. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 12, p.1-7, 2011.

SAMPAIO, C. R. P.; FERREIRA, S. M. R.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Caracterização físico-química e composição de barras de cereais fortificadas com ferro. **Brazilian Journal of Food & Nutrition**, v. 21, n. 4, 2010.

SCHNEIDER, F. **Análise Sensorial para bebidas lácteas fermentadas**. SENAI – RS, 2006.

SILVA, J.S. **Barra de cereais elaboradas com farinha de semente de abóbora** (dissertação). Lavras, MG: Programa de Pós Graduação em Agroquímica, Universidade Federal de Lavras; 2012.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, G. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal Agricultural Research**, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

SILVA, T. S.; SANTOS, D. C.; PEREIRA, M. M.; BARBOSA, M. I. M. J.; Na natureza nada se perde tudo se transforma: “Aproveitamento de okara, resíduo agroindustrial da soja, na elaboração de cereal matinal.” **Centro Federal de Educação Tecnológica em Química de Nilópolis**, Maracanã, RJ, 2007.

SOUZA, D. G.; GEBRIM, L. C.; PLÁCIDO, G. R.; FURTADO, D.C.; OLIVEIRA K. B.; MOURA, L. C. Elaboração de barras de cereais com adição de sementes de gergelim. In: **I Congresso de Pesquisa e Pós-Graduação do Câmpus Rio Verde do IF-Goiano**. Anais... 06 e 07 de novembro de 2012.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E.; BARBETA, P. A. **Análise sensorial dos alimentos**. Florianópolis: UFSC, 1987.182 p.

Aplicação do Método SLP no desenvolvimento de um *layout* otimizado em uma empresa têxtil

William José Borges

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
(william.borges@ifsc.edu.br)

Cassiano Rodrigues Moura

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
(cassianocrm@hotmail.com)

Edson Meinheim

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
(edsonm@weg.net)

Giovani Conrado Carlini

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
(giovani.carlini@ifsc.edu.br)

Luana de Oliveira

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
(luanasc86@gmail.com)

Resumo: A indústria têxtil tem buscado fortemente se manter competitiva no mercado, sendo que um dos seus maiores desafios é a busca pela eficiência na produtividade. Diante disso, o desenvolvimento de um *Layout* otimizado pode contribuir para a melhoria das atividades das organizações, gerando benefícios para a competitividade. Com isso, o objetivo deste trabalho é desenvolver a metodologia *SLP - Systematic Layout Planning* para buscar um novo *Layout* para uma indústria da área têxtil, alinhando a eficiência produtiva aos conceitos de qualidade nos produtos acabados. A metodologia adotada no desenvolvimento deste estudo manteve uma abordagem qualitativa. Já a coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas e questionários. Como resultado, constatou-se a importância de se analisar os modelos de *layouts* produtivos, visto que os resultados atingidos foram de extrema importância para a concordância do trabalho com os objetivos gerais da empresa. Os resultados apresentam as características do novo *Layout* que foi projetado, de modo a utilizar o espaço disponível, onde foi possível manter os corredores dentro do estabelecido pela norma, além de projetar os maquinários e postos de trabalho de modo a promover um fluxo mais objetivo e eficiente, reduzindo, assim, a movimentação desnecessária de materiais e pessoas.

Palavras-Chaves: *Layout*; SLP; Indústria têxtil; Otimização.

Application of the SLP Method in the development of an optimized layout in a textile company

Abstract: The textile industry has strongly sought to remain competitive in the market and one of its biggest challenges is the pursuit of productivity efficiency. Thus, the development of an optimized layout can contribute to the improvement of the activities of organizations generating benefits for competitiveness. Thus, the objective of this work is to develop the Systematic Layout Planning (SLP) methodology to seek a new layout for a textile industry aligning the productive efficiency with the concepts of quality in the finished products. The methodology adopted in the development of this study maintained a qualitative approach. Data collection was performed through interviews and questionnaires. As a result, it was found that the importance of analyzing the productive layout models, since the results achieved were extremely important for the agreement of the work with the general objectives of the company. The results present the characteristics of the new Layout that was designed to use the available space, where it was possible to keep the corridors within the established standard besides designing the machines and workstations to promote a more objective and efficient flow, thus reducing unnecessary movement of materials and people.

Keywords: Layout; SLP; Textile industry; Optimization.

INTRODUÇÃO

Nesse mercado global marcado por disputas acirradas e diante da competitividade empresarial imposta pelo mercado cada vez mais globalizado, em que, cada vez mais, as empresas deixam de ser apenas locais e procuram competir no mercado internacional, um dos maiores fatores que influem neste ponto é a produtividade (TROCHE-ESCOBAR, *et al.*, 2015). A produtividade de uma indústria representa sua capacidade de atingir seus objetivos, e, diante da competitividade, a produtividade tende a ser cada vez maior, com os menores recursos possíveis. Como consequência, a produtividade pode ser traduzida como sendo a capacidade de se fazer mais com menos.

O cenário atual, de alta competitividade e com cada vez mais produtos oriundos do mercado asiático entrando no mercado brasileiro, faz com que as indústrias busquem processos cada vez mais otimizados, visando à redução de seus custos de produção, aumentando suas margens de contribuição e o máximo em qualidade e produtividade; gerando condições de terem preços mais competitivos e se manterem no mercado.

Isso quer dizer que uma empresa que tem por objetivo se destacar em um mercado cada vez mais competitivo necessita permanentemente buscar as melhorias contínuas de seus processos, visando cada vez mais ao aumento de sua produtividade. O aumento da produção sem que haja investimentos em recursos transformadores e mão de obra é a busca pela excelência em produtividade. Isso exige a habilidade em identificar os desperdícios ocultos dentro do processo de fabricação.

Existe uma grande parcela das indústrias de confecções de pequeno e médio porte que estão defasadas tecnologicamente. O desenvolvimento tecnológico, nessas indústrias, não vem acompanhando a mesma velocidade que se apresenta em empresas de grande porte no mesmo setor. A defasagem tecnológica torna seus processos produtivos defasados, prejudicando sua eficiência e, conseqüentemente, sua competitividade diante do mercado globalizado. Dentre todos os problemas possíveis de competição, um que se destaca e pode prejudicar a competição da empresa está relacionado à escolha do *Layout* produtivo.

A escolha de um modelo de *Layout* que melhor se adapte à realidade do processo produtivo da empresa tende a diminuir a movimentação de pessoas e

materiais entre os postos de trabalho aumentando assim o fluxo da produção. Busca também influenciar o nível de estoque em processo, bem como no tamanho dos lotes de transferência, facilitando o gerenciamento das atividades, entre outros. O *Layout*, quando implantado de maneira correta, propicia que os funcionários exerçam suas atividades com mais satisfação, conseqüentemente havendo um aumento de produtividade. O estudo dos *Layouts* produtivos que visem à otimização dos recursos de produção são fundamentais na busca pela eficiência dos processos produtivos.

Conforme descrito por Oliveira *et al.*, (2017), através da melhoria no arranjo físico, pode-se proporcionar uma melhoria da eficiência das operações produtivas. Em seus estudos, o autor apresenta a eficácia do rearranjo de uma estrutura fabril, por meio do balanceamento de linha, alinhando a melhoria do arranjo físico como estratégia de adequação da capacidade, evidenciando que, quando a linha de montagem está devidamente balanceada, bem como quando acompanhada de arranjo físico melhorado, pode-se reduzir os desperdícios, permitindo às indústrias aumentar sua competitividade. Conforme descrito por Make, Rashid & Razali (2017), o balanceamento de linha de produção define quantas estações de trabalho a linha terá e quais tarefas atribuir a cada uma, sendo que o objeto do balanceamento é reduzir o número de estações de trabalho dado um tempo de ciclo ou diminuindo o tempo de ciclo dado o número de estações de trabalho.

Nesse contexto, o presente trabalho se volta ao estudo da seguinte problemática: resolver o problema apresentado pela empresa, buscando aumentar a qualidade do corte dos tecidos e aumentar a eficiência produtiva, através do desenvolvimento de um novo *Layout* produtivo, a fim de atender seus objetivos. Diante do exposto, o objetivo geral deste trabalho é desenvolver a metodologia *SLP* - *Systematic Layout Planning* para estudar e buscar um novo *Layout*, de forma a otimizar o processo produtivo de uma indústria da área têxtil.

1. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

1.1 A administração da produção no contexto dos *layouts* produtivos

Com o passar dos anos, muitos modelos administrativos passaram a ser utilizados pelas indústrias. No entanto, o tratamento científico dado pelas mais variadas correntes de pensamentos não segue o mesmo delineamento técnico, daí a importância de trabalhar os conceitos e desmembramentos da Administração da Produção. Slack *et al.* (2006), por exemplo, trabalha a administração da produção como sendo uma atividade de gerenciar recursos destinados à produção e disponibilização de bens e serviços.

Ao considerar a Ciência como a arte de se converter os elementos complexos da organização em uma estrutura capaz de atingir os objetivos da empresa pela otimização de custos e a geração de lucros, entende-se que a Administração da Produção pode ser trabalhada como Ciência, pois compreende sistematizações em torno de problemas, objetivos, atitudes e conhecimentos (GRAEMI; PEINADO, 2007).

Seguindo essa caracterização da ciência a partir da Administração da Produção, é possível identificar objetivos que circundam as mudanças produtivas. O primeiro grande objetivo que se pode visualizar nas mudanças de *Layout* são as facilidades físicas ocasionadas na fábrica. Essas mudanças são capazes de alterar os meios de produção em nível material, tecnológico, humano, capital e patrimonial, ou seja, abrange mudanças ao longo de todos os recursos produtivos das organizações. O arranjo físico de uma instalação produtiva tem o propósito de unir recursos transformadores de forma eficiente, para que as atividades industriais trabalhem de forma organizada, a fim de obter um desempenho, garantindo a eficiência produtiva (GIRALDELI *et al.*, 2018).

Outro benefício, tratado por Chiavenato (2014), se refere à procura das empresas em alcançar objetivos específicos. Para o autor, os objetivos empresariais possuem essencialmente quatro funções, sendo elas: mostrar uma situação futura, indicando a direção que a empresa deve seguir; compõem uma fonte de legitimidade, justificando a existência da empresa e também as atividades a serem seguidas; servem como padrões, conferindo condições de ser comparada e avaliada

o seu êxito; e servem como unidade de medida, possibilitando a verificação e comparação dos resultados de produtividade.

O *Layout*, quando implantado de maneira correta e em sintonia com os objetivos da empresa, tende a apresentar bons resultados no clima organizacional e produtivo. Quando os produtos a serem fabricados e os processos produtivos são estudados e planejados anteriormente à implantação, os objetivos previamente especificados possuem grande potencial de serem alcançados. O *Layout*, quando desenvolvido sobre direcionamento técnico, pode contribuir positivamente com estes objetivos, uma vez que este tem influência direta em seu processo produtivo (ASSUNPÇÃO & JACOBS, 2019).

O objetivo da eficiência, desenvolvido há anos pela escola científica, busca, cada vez mais, melhorar seus processos produtivos, e está a cada dia buscando maneiras de aumentar seus resultados operacionais. Para Martins e Laugeni (2015), se o *Layout* for implantado de maneira correta, atendendo as mudanças de mercado, produtos, entre outros, propiciam uma grande satisfação no trabalho aos funcionários, fazendo com que as pessoas envolvidas no processo produtivo se sintam parte do processo de transformação e cumprimento dos objetivos da empresa.

Da mesma forma, quando os *Layouts* são projetados de forma a otimizar processos e primar pela eficiência, esses assumem papel importante na empresa do ponto de vista organizacional e funcional. A disposição das máquinas e equipamentos de maneira harmônica geram uma boa aparência na área de trabalho tanto para os funcionários como para os clientes. Há conseqüentemente uma maior produção em um menor tempo, otimização de espaço e deslocamento, redução dos manuseios durante o processo de transformação, ajustamento mais fácil às mudanças, redução de fadiga na execução de tarefas, entre outros benefícios.

Outro importante destaque nos *Layouts* se refere à definição do tipo de produção/produto que a empresa está trabalhando. A correta identificação do modelo produtivo proporciona uma melhor supervisão aos gestores, sendo possível acompanhar a rotina de trabalho e tomar ações imediatas para minimização de problemas. Há também diminuição de riscos para a saúde e segurança do funcionário, adaptação de ambientes adequados quanto à ventilação, temperatura, iluminação, ruídos, entre outros fatores de produção. Esses fatores de produção são

considerados no momento em que a organização define o modelo de *Layout* que será empregado na fábrica.

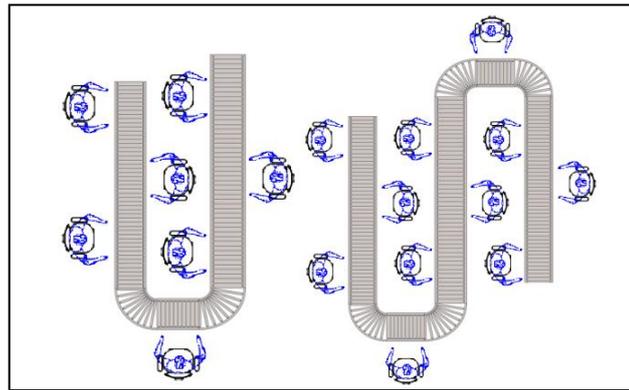
1.2 Layouts produtivos

Os modelos de *Layout* sugeridos por autores como Assunção e Jacobs (2019); Slack *et al.* (2015); Martins e Laugeni (2015); Chiavenato (2014); Peinado e Graeml (2007) e Corrêa e Corrêa (2017), podem ser categorizados em cinco grandes grupos, envolvendo pessoas, máquinas, processos e produtos. As escolhas envolvendo esses fatores de produção têm o potencial de induzir a eficiência produtiva e, com isso, melhorar o desempenho das organizações. Dessa forma, os grupos convencionais trabalhados na literatura são: por produto, celular, posicional, mistos e processo.

1.2.1 Layout por produto

O arranjo físico por produto visa dispor os recursos transformadores seguindo um fluxo pré-definido dentro do processo de produção. Os objetos de análise (produto, cliente ou informação) passam por um posto de transformação e, depois de concluída determinada etapa, seguem até o próximo posto de transformação. Os autores comentam ainda que esse modelo de arranjo pode receber outros nomes, tais como arranjo físico em “fluxo” ou em “linha” (SLACK *et al.*, 2015).

De acordo com Peinado e Graeml (2007), o arranjo em linha não necessariamente segue o conceito de uma linha reta, pode ser disposto também em “U” ou “S”, de forma a ser praticado em função do espaço físico disponível na empresa. Essas estruturas no *Layout* podem ser visualizadas na Figura 1. Segundo Martins e Laugeni (2015), nesse modelo de arranjo os recursos transformadores são dispostos seguindo uma sequência de operações, sem que haja caminhos alternativos. Para o autor, esse modelo de arranjo é indicado para produção com mínima ou nenhuma diversificação de produto.

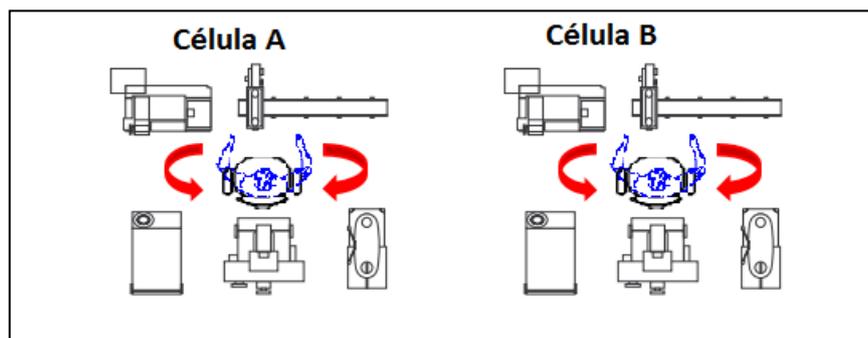
Figura 1: Modelagem produtiva utilizando os *Layouts* por produto em “U” e em “S”

Fonte: Adaptado de Peinado e Graeml (2007)

1.2.2 Layout celular

No *Layout* celular, também chamado de célula de manufatura, conforme ilustrado na Figura 2, o produto é fabricado/transformado por completo em um único local, que compreende todas as máquinas e equipamentos necessários para fabricação/transformação do mesmo, este tem um potencial de reduzir as movimentações na fábrica (SOULÉ *et al.*, 2016; MARTINS e LAUGENI, 2015). A principal característica desse arranjo físico é a flexibilidade por tamanho de lotes, permitindo altos níveis de qualidade e produtividade. Ainda de acordo com os autores, os materiais se deslocam dentro de uma célula buscando os processos necessários.

O produto, ao entrar em uma célula, sofre toda transformação necessária até estar pronta para o envio a próxima célula. Slack *et al.* (2015) complementa que, após o produto ser processado em uma célula, o mesmo pode seguir para outra célula sofrendo outro processo de transformação.

Figura 2: Modelagem produtiva utilizando o *Layout* celular

Fonte: Adaptado de Peinado e Graeml (2007)

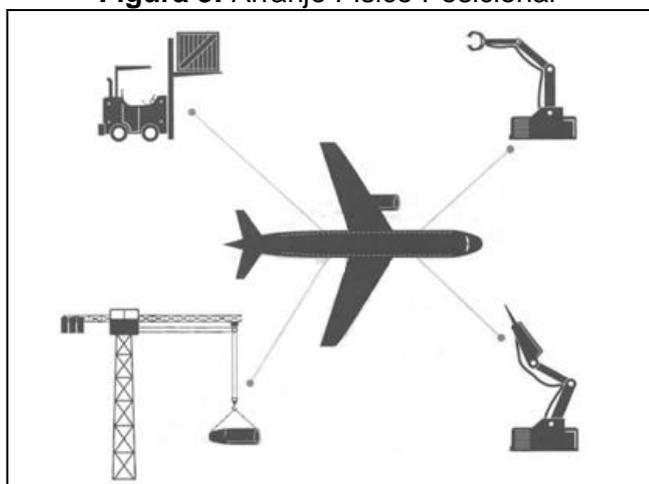
2.2.3 Layout posicional

De acordo com Slack *et al.* (2015), no arranjo físico posicional, ou arranjo físico de posição fixa, quem se move são os recursos transformadores, ao invés dos recursos transformados. Esse tipo de arranjo é oposto ao arranjo físico por produto, pois é empregado esse tipo de arranjo nos casos em que os produtos a serem fabricados são muito grandes, ou serão transformados em locais remotos.

Esse tipo de arranjo posicional é empregado em estaleiros, fabricação de rodovias e ferrovias, pontes, usinas, geradores, construção de edifícios e grandes civis, fabricação de aviões entre outros produtos de grandes dimensões físicas.

Com o auxílio da Figura 3, é possível observar a demonstração dos recursos transformadores movimentando-se ao redor do recurso transformado. Segundo Peinado e Graeml (2007), as vantagens desse tipo de arranjo são que não ocorrem a movimentação do produto, e as empresas podem optar pela terceirização do projeto ou parte dele dependendo da complexidade de fabricação.

Figura 3: Arranjo Físico Posicional



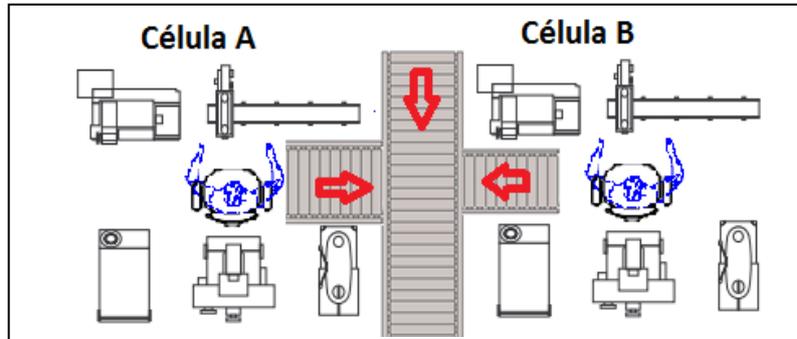
Fonte: Martins e Laugeni (2015)

1.2.4 Layout misto ou combinado

Martins e Laugeni (2015) definem que, no *Layout* combinado, como o próprio nome diz, há uma combinação de arranjos, objetivando-se a obtenção das vantagens de todos os demais tipos de arranjos. Na maioria das vezes, é utilizada a combinação dos arranjos celulares, do arranjo por processo e do arranjo por produto na elaboração desse modelo de *Layout*. A combinação desses movimentos culmina

em um arranjo físico misto, deixando interagir os demais tipos de arranjos apresentados. A Figura 4 mostra a utilização de um *Layout* em linha sendo complementada pela utilização de quatro células produtivas.

Figura 4: *Layout* Misto

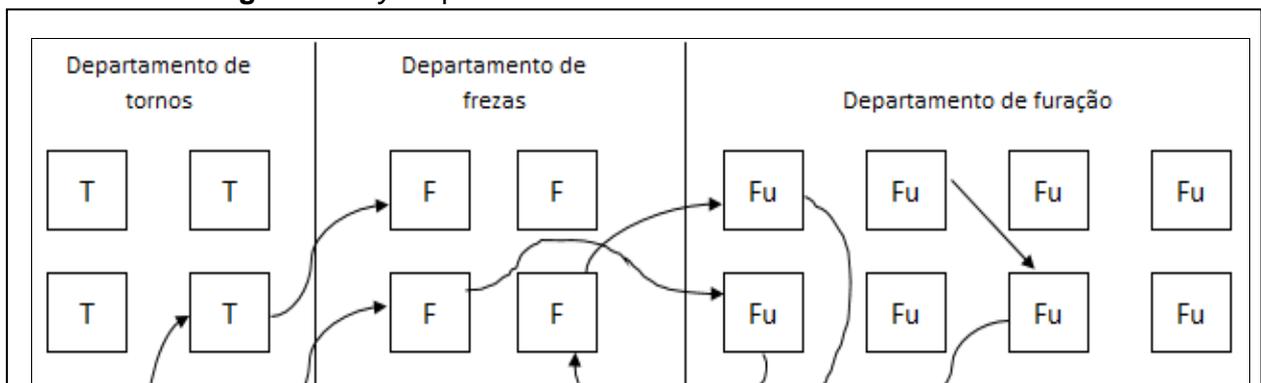


Fonte: Adaptado de Peinado e Graeml (2007)

1.2.5 Layout por processo

No *Layout* por processo, também chamado de funcional, Martins e Laugeni (2015) e Corrêa e Corrêa (2017) destacam que máquinas, equipamentos, recursos ou serviços com similaridades são agrupados na mesma área. Slack *et al.* (2015), compartilham da mesma ideia complementando que pode haver o agrupamento também de processos similares ou com necessidades similares. Nesse modelo de arranjo físico, o caminho percorrido pelo material dentro de um fluxo é definido, sendo que os mesmos se deslocam de uma etapa até a outra buscando os diversos processos como pode ser observado na Figura 5.

Figura 5: *Layout* por Processo ou Funcional – Fluxo de Materiais



Fonte: Adaptado de Martins e Laugeni (2017)

1.3 Método SLP – *Systematic Layout Planning Systematic Layout Planning*

O sistema SLP (*Systematic Layout Planning*) é uma ferramenta utilizada para o planejamento e desenvolvimento de arranjos físicos, tendo como finalidade alcançar a máxima eficiência possível do processo produtivo. De acordo com Corrêa e Corrêa (2017), o sistema SLP é utilizado para o desenvolvimento de um bom *Layout*, sendo esse sistema proposto nos anos 50 e destacado por Muther (1978) como um método sistemático de análise de projeto de arranjo físico por processo. O SLP desenvolve-se em etapas conforme apresentadas no Quadro 1, onde se observa os passos a serem seguidos no desenvolvimento do método, bem como suas respectivas ferramentas.

Quadro 1: Passos do método SLP

Passos	Possíveis ferramentas
1. Análise de fluxos de produtos ou recursos	Diagrama de fluxo ou diagrama “de-para”
2. Identificação e inclusão de fatores qualitativos	Diagrama de relacionamento de atividades
3. Avaliação dos dados e arranjo de áreas de trabalho	Diagrama de arranjo de atividades
4. Determinação de um plano de arranjo dos espaços	Diagrama de relação de espaço
5. Ajuste do arranjo no espaço disponível	Planta do local e modelos (<i>templates</i>)

Fonte: Corrêa e Corrêa (2017)

2. METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido através de uma pesquisa qualitativa, que, de acordo com Flick (2009), tem por objetivo descobrir o que há de novo, para em seguida iniciar o desenvolvimento de teorias empiricamente fundamentadas. No presente trabalho essa metodologia foi adotada porque proporcionou uma maior aproximação entre a pesquisa e a empresa em estudo. Como o propósito dessa análise foi compreender como estão estruturados os processos produtivos dentro da empresa, bem como obter informações necessárias para o desenvolvimento do estudo visando atingir os objetivos descritos nesse trabalho, a pesquisa foi realizada com o gerente geral de produção.

O método de pesquisa utilizado foi o estudo de caso. Conforme Yin (2014), o

estudo de caso é caracterizado pelo profundo e exaustivo estudo dos fatos objetos de investigação, permitindo um amplo conhecimento da realidade e dos fenômenos pesquisados. A pesquisa de estudo de caso é encarada como uma forma menos desejável de investigação do que levantamentos ou experimentos devido a, por exemplo, disponibilizar pouca base para generalização científica, ao que contrargumenta o autor: os estudos de caso são, sim, generalizáveis a proposições teóricas (generalização analítica), embora não a populações ou universos (generalização estatística).

Como o objetivo dessa pesquisa se voltou para a escolha de uma modelagem qualitativa, a pesquisa também remete ao tipo descritivo, pois descreveu e forneceu as informações de como se apresenta a empresa. Assim, a pesquisa descritiva realizada contribuiu para se obter na íntegra os dados da empresa, alinhados com o objetivo proposto, sem manipulá-los, dando condições aos autores da realização das análises necessárias para o desenvolvimento desse trabalho.

O fluxo da pesquisa contou com dados primários e secundários, e se caracterizou por ser exploratória. Os dados primários, obtidos através da pesquisa semiestruturada, foram coletados de forma aberta com o gerente geral da empresa. Através destes, pôde-se iniciar a aplicação do método SLP, seguindo as etapas propostas por Corrêa e Corrêa (2017). É importante ressaltar que este projeto, considerado piloto, foi aplicado apenas em uma área, especificamente no setor onde acontece o processo de corte de tecidos da empresa.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 Situação atual da empresa

A empresa em estudo atua no ramo da confecção e tem grande destaque na indústria nacional. Atualmente, está presente em todos os estados brasileiros, levando suas criações a 1.300 lojas multimarcas. A empresa tem capacidade produtiva de cinquenta mil peças por coleção, que podem ter variação de cores e tamanhos, sendo que anualmente quatro coleções são criadas.

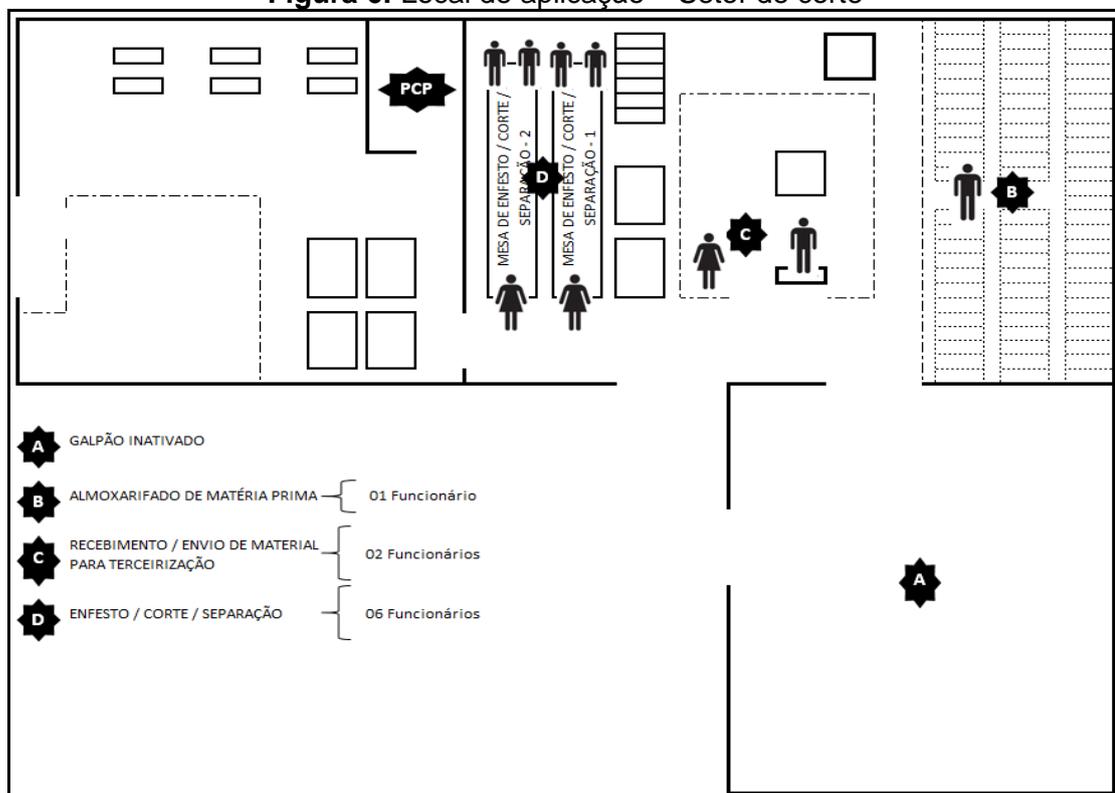
Em relação ao processo produtivo, a empresa utiliza da terceirização para realização de alguns processos produtivos, sendo que atualmente é terceirizado

cerca de 80% de sua produção. A empresa conta atualmente com cerca de 80 funcionários que se dividem nas áreas administrativas e fabril, especificamente no setor onde o processo de corte está inserido, há ao todo nove funcionários.

Ultimamente a empresa enfrenta alguns problemas que causam atraso da produção. Pode-se destacar alguns, como: as perdas que são geradas no processo de corte, problemas no processo de lavagem na lavanderia, e algumas peças que podem chegar da costura terceirizada com problemas de encaixe devido ao corte ter sido realizado de maneira ineficiente. Como a empresa preza pela qualidade de seus produtos e satisfação de seus clientes, ela constantemente busca evoluir em seus processos e busca pela redução dos custos de produção, esse é um dos motivos que a motivou a buscar alternativas, trazendo e aumento de eficiência e consequentemente qualidade para os produtos.

No setor de corte (ver Figura 6), onde especificamente foi realizado o trabalho, pode-se observar alguns problemas relacionados ao *Layout*, entre eles destacam-se, dificuldade de movimentação de itens relacionados ao processo de produção, problemas relacionados à ergonomia dos funcionários e excesso de movimentação de itens em processo.

Figura 6: Local de aplicação – Setor de corte



Fonte: Autores (2019)

Referente à eficiência produtiva, na empresa o controle é realizado considerando o total de peças por coleção, dividindo-se pelo número de dias úteis disponíveis nos três meses (63 dias úteis). De posse desse valor, dividem pela quantidade de minutos disponíveis em um turno de trabalho (528 minutos). O resultado é a meta diária que deverá ser produzida. Com base nesse valor, o controle da eficiência é monitorado diariamente.

Para determinação dos estudos e análises, foram tomados como base os dados de um dia de produção da empresa, sendo os dados caracterizados como dados primários. Como a empresa possui um mix variado de produtos, não há uma constante de peças a serem produzidas por ordens, onde acabam sendo geradas ordens com poucas peças, bem como comprimento de enfiesto pequeno. Isso faz com que o balanceamento da produção e otimização dos recursos sejam difíceis de serem realizados.

3.2 Estudo do Layout - SLP

Para o estudo do novo *Layout* da empresa, foi analisada a quantidade de peças movimentadas em um dia de produção, sendo esta a quantidade de peças movimentadas desde a máquina de corte até o setor de costura interno, onde algumas peças são produzidas.

A análise dos fluxos foi construída de modo a obter a relação “de-para” dentro do fluxo já conhecido, sendo caracterizado em Enfiesto/Corte (E/C), Mesa de separação (MS), Máquina de Debrum, Caseadeira, Etiqueta (MDCE), Pallets de mercadorias para envio à terceiros (PET) e Setor de Costura interno (SCI).

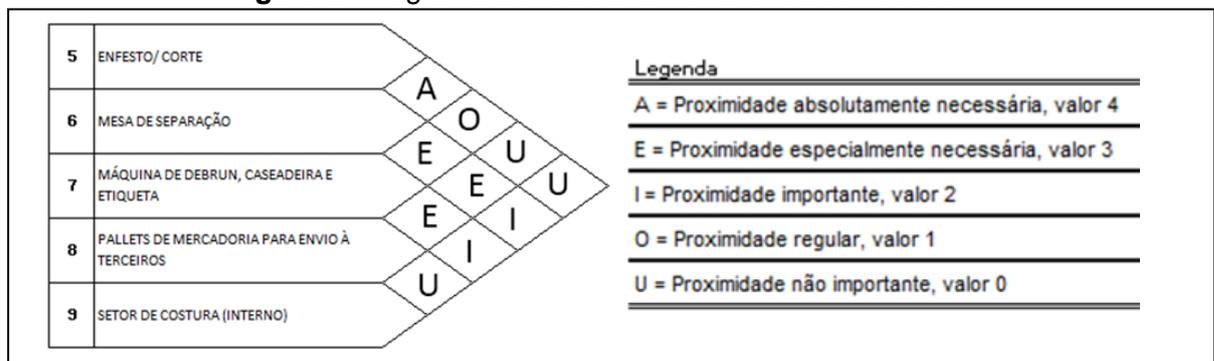
A Figura 7 mostra no diagrama “de-para”, para um dia de produção, onde foram cortadas 796 peças, sendo que após o corte foram encaminhados para a MS. Na MS foram separadas em três lotes, sendo que um lote com 398 peças passaram pela MDCE, 318 peças foram separadas e enviadas para os PET e 80 peças foram enviadas para o SCI. Das 398 peças que passaram pela MDCE, 318 peças após processadas foram enviadas para os PET e 80 peças foram enviadas para o SCI. Seguindo o fluxo de produção, as 636 peças que estavam nos PET foram enviados aos terceiros. O SCI recebeu um total de 160 peças para produção. O resultado dessa movimentação gerou um fluxo diário que pode ser observado na soma dos fluxos (Ver Figura 7).

Figura 7: Diagrama “de–para” da análise de fluxos das peças

De	Para					
	Enfesto Corte	Mesa de Separação	Máq. Debrum, Caseadeira, Etiqueta	Pallets de mercadorias	Setor de costura	totais
5	Enfesto/Corte	796	0	0	0	796
6	Mesa de Separação	0	398	318	80	796
7	Máq. Debrum, Caseadeira, Etiqueta	0	0	318	80	398
8	Pallets de mercadorias	0	0	0	0	0
9	Setor de costura interno	0	0	0	0	0
Totais		0	796	398	636	160

Fonte: Autores (2019)

Com base nos fluxos, estabeleceram-se as prioridades para proximidades. Apresentou-se um maior fluxo entre o E/C e a MS, ocorrendo a movimentação das 796 peças, mostrando que todas as peças após o corte passam pela MS. Esse fluxo foi classificado como “A”, onde se tem a proximidade absolutamente necessária. O segundo maior fluxo apresentou o envio de 398 da MS para as MDCE, isso resultou em uma classificação “E”, que significa uma proximidade especialmente necessária. A mesma classificação “E” foi dada para o fluxo da MS para os PET que movimentou 318 peças e também das MDCE para os PET, que apresentou a mesma quantidade de movimentos, ou seja, 318 peças. Com isso, na etapa 2 do SLP, foi criado o diagrama de relacionamento entre as atividades, sendo possível visualizar a relação entre as áreas, conforme pode ser visto na Figura 8. Este diagrama mostra que entre o E/C e a MS ocorre uma relação “A”, já entre a MS e o SCI existe uma relação “I” e a relação entre as MDCE e PET é “E”, respectivamente.

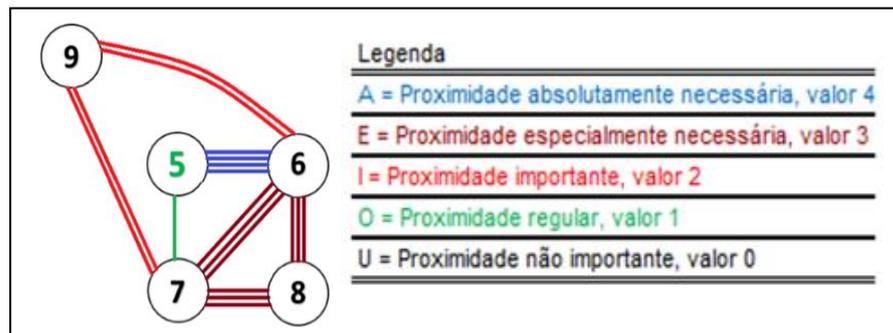
Figura 8: Diagrama de relacionamento entre atividades

Fonte: A

Na etapa 3 do SLP, projetou-se o local onde as áreas deveriam estar localizadas dentro do espaço existente, sendo realizado nessa etapa a avaliação dos dados e arranjo das áreas de trabalho. Nessa etapa, as letras da classificação de relação de proximidades foram substituídas por linhas. A Figura 9 mostra a disposição das áreas/máquinas do setor de corte e suas relações de proximidades. Com base na etapa anterior, mostra-se que a relação de proximidade entre o E/C e a MS tem uma relação “A” sendo representado por 4 linhas, e a relação entre a MS e o SCI tem relação “I”, sendo representado por 2 linhas, e a relação entre as MDCE e PET tem relação “E” sendo representado por 3 linhas por exemplo. De modo a representar as áreas/máquinas, as linhas foram substituídas por números conforme o padrão:

- 5: enfesto/corte;
- 6: mesa de separação;
- 7: máquina de debrum, caseadeira e etiqueta;
- 8: pallets de mercadoria para envio à terceiros;
- 9: setor de costura interno.

Figura 9: Diagrama de arranjo das atividades

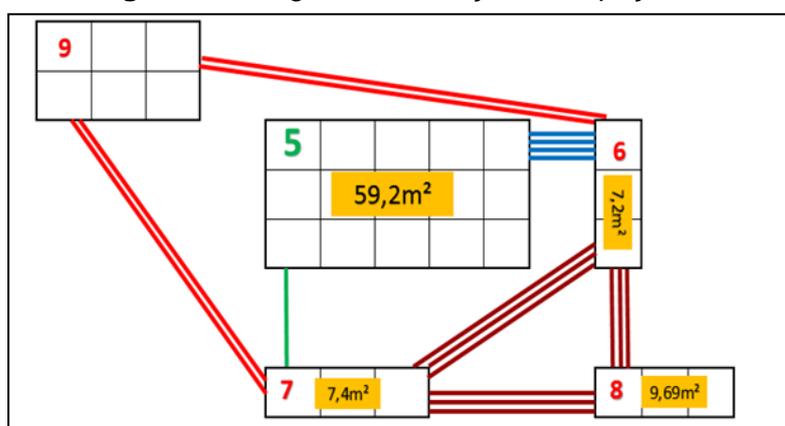


Fonte: Autores (2019)

Para a etapa 4, foi representado graficamente o plano de arranjos de espaços, conforme mostra a Figura 10, sendo as áreas representadas com retângulos proporcionais às áreas requeridas. Esse arranjo foi projetado de forma a se obter o melhor fluxo e proximidade possível entre as áreas, sendo apresentado uma menor movimentação entre os fluxos. Para a região 5, é importante destacar que foram analisados fluxos por quantidade de rolos de tecidos, pois se trata da enfestadeira, mesas de enfesto e máquina de corte. Dessa forma, a área necessária nessa análise é utilizada apenas de forma representativa.

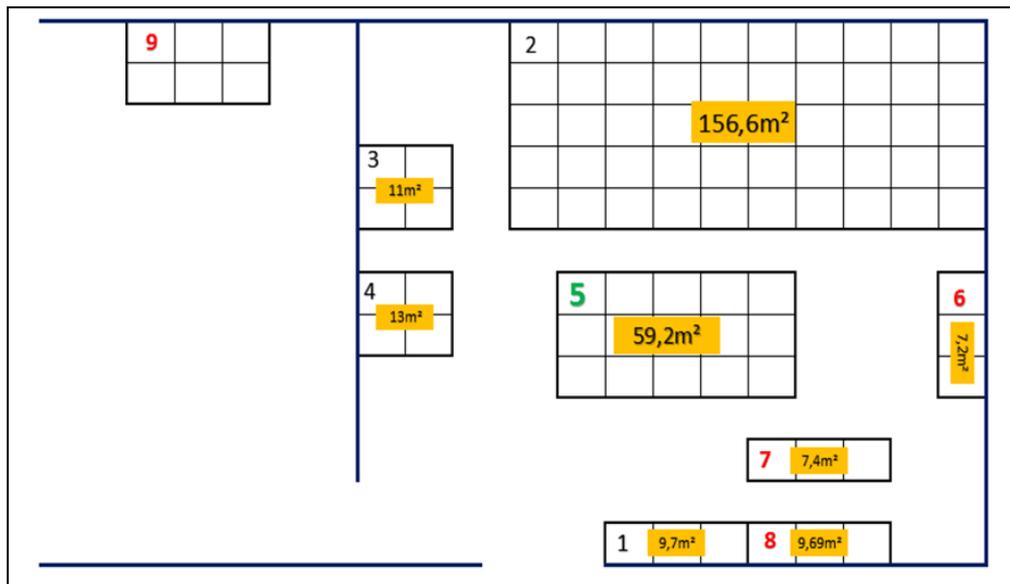
Para a área 6, haverá a necessidade $7,2\text{m}^2$, sendo alocada a mesa de separação dos lotes. Na área 7, onde está localizada a máquina de Debrum, caseadeira e etiqueta, haverá a necessidade de $7,4\text{m}^2$. A área 8, onde estão PET, haverá a necessidade de um espaço de $9,69\text{m}^2$. Já a área 9, onde está localizada o setor de corte interno da empresa, não se faz necessário o detalhamento da área necessária, uma vez que não ocupa o mesmo espaço do setor de corte, sendo que essa área foi utilizada no estudo de modo a analisar sua relação de atividades entre as demais áreas do setor de corte. Pode-se observar que, nesse arranjo, o fluxo também será linear, apresentando-se com menor movimentação entre as áreas.

Figura 10: Diagrama de relação de espaços



Fonte: Autores (2019)

Por fim, na etapa 5, que é a última do SLP, foi realizado o ajuste do arranjo no espaço disponível, sendo que nesta fase se levou em conta os espaços ocupados pelas demais áreas dimensionadas da empresa que não foram discutidas neste trabalho. Com isso, buscou-se o melhor arranjo, de forma a acomodar as áreas/máquinas, sendo analisadas as áreas requeridas e as prioridades de proximidade. A área 6 ficou próxima à máquina de corte (área 5), tendo seu fluxo contínuo. Também as áreas 7 e 8 ficaram próximas da área 6, uma vez que o fluxo é maior para ambas as áreas. Já a área 9, que é o setor de corte interno, se manteve na mesma posição atual dentro do *Layout* atual da empresa. O detalhamento descrito pode ser observado na Figura 11.

Figura 11: Diagrama de arranjo no espaço disponível para o setor de corte

Fonte: Autores (2019)

Na representação da Figura 11, observa-se que, com o novo arranjo, haverá espaços para os corredores, bem como para os novos equipamentos. O ambiente do almoxarifado foi projetado de modo a otimizar o espaço, mantendo o dimensionamento adequado do corredor, assim projetou-se o corredor interno com 2m de largura, de modo a facilitar a movimentação de armazenamento e retirada dos rolos de tecidos. Além disso, foi projetado um espaço dentro do almoxarifado para futura atividade administrativa, ou seja, uma mesa para computador e gerenciamento do estoque, conforme descrito por Martins e Laugeni (2015).

Já a mesa de separação das peças após o corte foi projetada para estar próxima à máquina de corte, de acordo com os resultados das etapas do SLP, como pode ser observado na Figura 11. Próxima à mesa de separação e à máquina caseadeira, foi mantida a prateleira de aviamentos e os *pallets* para envio de peças a terceiros, pois nesta área estão concentrados os materiais que são direcionados à terceirização, onde é realizada a separação dos lotes e todos os itens estão próximos, de modo a evitar movimentos desnecessários, o que vem de encontro com o objetivo do gerente de produção.

No que diz respeito ao fluxo, a Figura 11 mostra que, com a proposta do novo *layout*, o fluxo se apresenta de forma mais organizada no ponto de vista de movimentação, ou seja, distância percorrida dentro do processo, sendo observada uma diminuição dos movimentos de aproximadamente 23% em relação ao fluxo atual, sendo que este (considerando o material passando por somente uma mesa de

enfesto/corte) é de aproximadamente 60,16m percorridos, desde a saída do almoxarifado até a mesa de revisão/preparação das ordens, entrada na mesa de enfesto/corte, saída da separação até o local de separação dos lotes para envio à terceirização e, por último, a saída da fábrica para terceirização.

4. Considerações finais

A busca pela eficiência nos processos produtivos e aumento da qualidade dos produtos é um desafio diário para as empresas, que buscam alternativas para se manterem competitivas no mercado, cada vez mais ativo e desenvolvido tecnologicamente. Assim, várias alternativas devem ser estudadas, de modo a atender os objetivos das empresas.

Nesse contexto, o presente trabalho se voltou ao estudo de um novo com o auxílio do sistema SLP, que é uma ferramenta utilizada para o planejamento e desenvolvimento de arranjos físicos, com a finalidade de alcançar a máxima eficiência possível do processo produtivo. Foi possível realizar as análises necessárias para o bom desenvolvimento do *Layout* proposto, de modo a propor a aproximação dos maquinários e processos com maior relação e interatividade, diminuindo, assim, a movimentação, melhor aproveitamento dos espaços, agrupamento dos equipamentos, corredores com largura recomendada por norma, entre outros. Com a aproximação dos equipamentos e fluxo contínuo e definido, não haverá a necessidade de manter estoques intermediários.

A partir dos resultados obtidos com a metodologia do sistema SLP, concluiu-se que o *Layout* proposto é adequado ao processo produtivo da empresa. Não é possível afirmar que o *Layout* proposto pelo estudo será o melhor para a empresa, contudo, o resultado pode ser analisado para planejamentos futuros de seu arranjo físico, buscando a melhoria contínua de sua eficiência produtiva.

Pode-se observar no *Layout* proposto que o espaço interno foi aproveitado da melhor forma possível, sendo que corredores de movimentação de pessoas e materiais foram respeitados, seguindo o que é determinado pelas normas. O fluxo dentro do processo produtivo é claro e tende a minimizar o deslocamento de pessoas e matérias, sendo que os processos que possuem relação mais alta foram projetados para ficar o mais próximo possível.

Para adequação do *Layout* proposto dentro do espaço disponível, é necessário que mudanças sejam realizadas, como o almoxarifado e maquinários, além de realizar pintura dos corredores e demarcação das áreas. O espaço para as máquinas existentes, bem como o espaço para os novos equipamentos, foram considerados e refletem uma melhoria na identidade visual, ou seja, é de fácil compreensão do processo, bem como se torna vantajoso para a empresa, uma vez que é possível ter uma melhor visão do processo como um todo, facilitando, assim, o gerenciamento das atividades.

Como sugestão de estudos futuros, segure-se que seja analisada a produção da empresa em um maior espaço de tempo, ou seja, procurar acompanhar a coleção inteira (3 meses), de modo a analisar se os resultados refletem o sugerido nesse estudo. Ainda como sugestão de estudo futuro, é importante destacar a necessidade de realizar uma avaliação financeira para instalação dos novos equipamentos sugeridos nesse estudo, analisando o investimento necessário. Para esta etapa, sugere-se a aplicação de métodos para análise de alternativas de investimento, como o *payback* (tempo de retorno), o VPL (Valor Presente Líquido) e a TIR (Taxa Interna de Retorno).

Referências

- ASSUNPÇÃO, L. E.; JACOBS, W. Estudo comparativo entre layouts sob a ótica da teoria das restrições com apoio de simulação de eventos discretos em empresa de alimentos. **Revista Produção Online**, v. 19, p. 152-178. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v19i1.3147>
- CHIAVENATO, A. **Introdução a Teoria Geral da Administração**: 9. ed. Rio de Janeiro: Câmpus. 678 p. 2014.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações: Manufatura e Serviços: Uma Abordagem Estratégica**. 4. ed. São Paulo: Atlas. 632 p. 2017.
- FLICK, U. **Uma Introdução à Pesquisa Qualitativa**. 3ª Ed. Porto Alegre: Artmed. 2009.
- GIRALDELI, F., FERREIRA, T., GOMES, P., CHIROLI, D., ZOLA, F., & ARAGÃO, F. Estudo do fluxo de processo para readequação de layout em uma empresa do segmento elétrico. **Exacta**, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 79-91. out./ dez. 2018. DOI: <https://doi.org/10.5585/exactaep.v16n4.8020>

- GRAEMI A. R.; PEINADO, J. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**. Curitiba: Unicenp. 748 p. 2007.
- MAKE, M. R. A., RASHID, M. F. F. A., & RAZALI, M. M. A review of two-sided assembly line balancing problem. *Int J Adv Manuf Technol* 89: 1743. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00170-016-9158-3>
- MARTINS, P. G; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**: 3. ed. São Paulo: Saraiva. 584 p. 2015.
- MUTHER, R. **Planejamento do Layout: sistema SLP**. São Paulo: Edgard Blücher. 1978.
- OLIVEIRA, I. M. D.; da PAZ, C. C.; da SILVA, A. M., & de PAULA FERREIRA, W. Balanceamento de linha e arranjo físico: estudo de caso em uma linha de produção de cabines para máquinas de construção. *Exacta*, 15(1), 101-110. 2017. DOI: <https://doi.org/10.5585/exactaep.v15n1.6697>
- SLACK, N.; JOHNSTON, R.; BRANDON-JONES, A. **Administração da Produção**. 4. ed. São Paulo: Atlas. 720 p. 2015.
- SOULÉ, Fernanda Veríssimo *et al.* Proposta de redução de lead time na linha de produtos termoelétricos de uma pequena empresa familiar do interior paulista. *Revista Produção Online*, Florianópolis, v. 16, n. 1, p. 278-312, mar. 2016. DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v16i1.2138>.
- TROCHE-ESCOBAR, J. A.; CARVALHO, M. S.; FREIRES, F. G. M. O uso de tecnologias para o processo de preparação de pedidos: implicações e proposições. *Revista Produção Online*, v. 15, p. 188-212. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v15i1.1743>
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman. 320p. 2014.

Desenvolvimento de uma matriz de centralização para aumento de produtividade em uma empresa têxtil

Cassiano Rodrigues Moura

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
(cassianocrm@hotmail.com)

Elvis Círigo

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
(elviss_c@hotmail.com)

Resumo: É imprescindível, para o sucesso e a sobrevivência das organizações, a busca por uma melhora significativa no desempenho das empresas, tornando os equipamentos propícios a oferecer um aumento significativo de performance e, conseqüentemente, uma melhor produtividade. O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um dispositivo para melhorar um sistema de manutenção autônoma e reduzir o tempo de espera dos equipamentos de costura, minimizando as perdas produtivas do processo de uma empresa têxtil. Esse dispositivo está sendo utilizado para troca rápida de matrizes em máquinas de costura do tipo filigrana e poderá ser manuseado pela própria área produtiva. O fluxo metodológico utilizado neste trabalho foi baseado em 3 (macro) atividades: a "definição da melhoria", "projeto de melhoria" e "avaliação dos resultados". Foi observado nos resultados uma melhora significativa nas condições gerais das matrizes utilizadas para aplicação de aviamentos em máquinas de filigrana que foram adaptadas para a melhoria, sendo que 51% foram alcançados em redução nos índices de ocorrências de manutenção e 33% de redução no número de horas dedicadas ao *downtime*.

Palavras-Chaves: Produtividade, Manutenção Autônoma, Indústria 4.0, Indústria Têxtil.

Development of a centralization matrix for increased productivity in a textile company

Abstract: It is essential for the success and survival of organizations to seek a significant improvement in the performance of companies, making the equipment propitious to offer a significant increase in performance and consequently better productivity. The general objective of this work is to develop a device to improve an autonomous maintenance system and reduce the waiting time of the sewing equipment, minimizing the productive losses of the process of a textile company. This device is being used for rapid exchange of matrices in sewing machines of the filigree type and can be handled by the productive area itself. The methodological flow used in this work was based on 3 (macro) activities, the "Definition of improvement"; "Improvement project" and "Evaluation of results". It was observed in the results that a significant improvement in the general conditions of the matrices used for application of fixtures in filigree machines were adapted for the improvement. As 51% were achieved in reduction in maintenance occurrence rates and 33% were achieved in reduction in the number of hours dedicated to downtime.

Keywords: Productivity, Autonomous Maintenance, Industry 4.0, Textile Industry.

INTRODUÇÃO

Na indústria têxtil, é válido destacar que o índice de confiabilidade dos equipamentos de costura pode diminuir caso a manutenção não seja tratada de

acordo com a devida importância. Para isso, segundo Xenos (2004, p. 240), é necessário que os operadores tenham novas e desafiadoras responsabilidades onde participam da manutenção rotineira de seus equipamentos.

Hoje, na indústria da confecção têxtil, existe ainda uma restrição e uma distância entre o fato de operar a máquina e efetuar manutenções, ficando assim a produção totalmente dependente do manutentor. Isto faz com que ocorram paradas de máquinas e perda de produção devido ao fato de o equipamento perder rentabilidade produtiva ou até mesmo uma parada do mesmo devido a seus desgastes naturais das facas de corte, dispositivos móveis, entre outros, recorrentes da grande troca de modelos.

Diante disso, o objetivo deste trabalho é desenvolver um mecanismo que torne possível reduzir o tempo de espera dos equipamentos de costura têxtil, implantando um dispositivo de troca rápida, que poderá ser manuseado pela própria área produtiva. Para isso, busca-se envolver a equipe da área técnica no intuito de alinhar as informações e desenvolver uma solução de baixo custo que possa gerar retorno na minimização do tempo de espera dos equipamentos durante os setups visando assim melhorar os indicadores de desempenho da empresa viabilizar a redução da necessidade de intervenção mecânica disponibilizando a área técnica para outras necessidades de mão de obra especializada.

Por fim, este trabalho busca destacar e desenvolver uma alternativa aplicável, onde a própria produção possa contribuir a manter o perfeito funcionamento dos equipamentos, evitando a parada e/ou diminuição da capacidade produtiva de um equipamento.

1. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

1.1 Caracterização do setor têxtil

A Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT) é uma das mais importantes entidades dentre os setores econômicos do País, foi fundada em 1957. Ela representa a força produtiva das empresas do setor têxtil instalada por todo o território nacional. Conforme ABIT (2017), a indústria têxtil com um faturamento crescente que fechou em US\$ 45 bilhões em 2017 é o setor

responsável por uma série de resultados consideráveis para o país, sendo também o segundo maior gerador de primeiro emprego. Tem mais de 29 mil empresas formais em todo o país, é o quarto maior parque produtivo de confecção do mundo e o quinto maior produtor têxtil do mundo além de ser responsável por empregar cerca de 1,479 milhão de empregados diretos e 8 milhões de indiretos onde 75% são mãos de obra feminina. É o segundo maior empregador da indústria de transformação, perdendo apenas para alimentos e bebidas juntos.

No Brasil, o setor têxtil é responsável pela quarta maior cadeia produtiva integrada e verticalizada do mundo, sendo a maior do Ocidente. A indústria têxtil e de confecção nacional é uma das poucas existentes que se inicia na produção ou cultivo das fibras, que se transformam em não tecidos ou passam pela construção do fio, seguido da fabricação do tecido ou da malha (ABIT, 2017).

A indústria têxtil e do vestuário encontra-se em época de grandes mudanças, o mundo em que vivemos, fortemente marcado pela revolução das comunicações das últimas décadas mudou substancialmente e exige uma formação profissional em sintonia com a nova ordem internacional, que vem se desenvolvendo de uma forma muito dinâmica (MELO, 2007).

Com o mercado têxtil cada vez mais exigente, tanto quanto as inovações tecnológicas, novidades em “design”, modernização dos parques fabris, ainda são imprescindíveis à competitividade na questão de custos, que são todos os fatores importantes na diferenciação de produtos para a conquista de mercados. Outro fator decisivo para a diferenciação e competitividade no setor têxtil é o desenvolvimento rápido de uma coleção, baseado em uma tendência do mercado da moda. Araújo (1996) apresenta um Sistema de Resposta Rápida, que se baseia na produção rápida e flexível.

Neste sistema, o prazo da entrega da encomenda fica estipulado em um ideal básico de quatro semanas, onde: duas semanas, formula-se o *design* da coleção; uma semana: fabricação do tecido; uma semana: confecção das peças. Existe uma flexibilidade inerente que permite a colocação de mais encomendas de menor volume, que é uma característica cada vez mais presente e exigida das empresas no ramo têxtil. O tempo de produção das peças se torna então uma questão de sobrevivência para as organizações. O sucesso das empresas de confecção e vestuário depende da forma como se posicionam perante a concorrência em função de fatores determinantes da competitividade.

Conforme descrito por Melo (2007), para que o setor seja mais competitivo e produtivo, em um mercado cada vez mais globalizado, são necessários investimentos maciços em máquinas e equipamentos, para compensar uma defasagem tecnológica que impede o avanço da competitividade da indústria têxtil no mercado externo. Pensando em novos métodos de gestão e em novas tecnologias, a orientação só pode ser uma, o investimento em modernização. Um dos possíveis caminhos a seguir é a utilização crescente de sistemas de produção flexíveis para responder rapidamente a segmentos do mercado onde o valor acrescentado é elevado. Desta forma, é válido ressaltar que o investimento em melhorias nos equipamentos a fim de reduzir o tempo de produção por peça é mais um passo para tornar a organização mais eficiente e condizente com a atual realidade das indústrias (ARAÚJO, 1996).

Para aumentar sua produtividade e faturamento, as corporações necessitam substituir técnicas utilizadas habitualmente, pois a atitude de se contentar com formas antigas de produzir as impedem de se desenvolver, essas organizações tendem buscar alternativas para substituir as utilizadas atualmente (NELSON e WINTER, 2005). O processo de inovação no setor de vestuário é complexo, um dos desafios para se inovar é dar atenção às demandas dos consumidores, que se tornam cada vez mais exigentes em relação a aspectos como ambientais, segurança, ergonomia e preço. Em contrapartida, as empresas lidam com limitações no orçamento, tecnologia, registro de patente, incertezas e riscos ao investir em inovação. Como consequência, torna-se cada vez mais difícil oferecer produtos competitivos no mercado (COSTA, 2011).

Do ponto de vista do autor Araújo (1996), a automatização tradicional é caracterizada por ser pouco flexível, só se justificando para produções em grande escala, contudo, já é possível encontrar máquinas de costura com automatizações que são voltadas à execução repetitiva de uma ou mais operações de costura. A automação na costura possui suas limitações por ser complexa, sobretudo devido ao fato do produto a ser produzido ser geralmente muito flexível, de dimensões variáveis e de dimensões variáveis (sobretudo as malhas). O ciclo de trabalho consiste em pegar as partes de uma peça, juntá-las, guiá-las na costura e retirá-las da máquina. A automatização destas operações é complexa. O problema se agrava quando se torna necessário alterar material e/ou modelagem das peças a se costurar (ARAÚJO, 1996).

As empresas do setor têxtil e de confecção estão em busca de melhoria, através de inovações e não apenas uma melhoria focada simplesmente na questão econômica e financeira das mesmas. Elas almejam um processo mais rico, que possa promover mudanças que agreguem valor, o que significa, em última análise, nos darmos conta das implicações humanas quando da adoção de técnicas de gerenciamento (ABRANCHES e SILVA, 1995).

1.2 A indústria 4.0

O termo Indústria 4.0 (*Industrie 4.0*) foi primeiramente utilizado em um relatório do grupo de trabalho para o desenvolvimento da manufatura para o governo da Alemanha. Este grupo de trabalho se originou de uma associação de representantes do governo, onde empresas e academia promoveram a ideia de uma abordagem a fim de aprimorar a competitividade da indústria alemã. O governo alemão, após apoiar a iniciativa, anunciou que esta quarta revolução industrial seria então denominada como indústria 4.0 e seria parte de seu projeto *High-Tech Strategy 2020 for Germany*, com o propósito de levar a Alemanha à liderança na inovação tecnológica. Esta nova revolução proporciona uma nova era da indústria, centralizada na utilização de recursos de informação e tecnologia da comunicação (ICT) para que assim, seja possível melhorar o processo de manufatura e negócio (KAGERMANN *et al.*, 2013).

Entre os princípios para o desenvolvimento e implantação da indústria 4.0, que definem os sistemas de produção inteligentes que tendem a surgir nos próximos anos, está a modularidade, que é a produção de acordo com a demanda, acoplamento e desacoplamento de módulos na produção, o que oferece flexibilidade para alterar as tarefas das máquinas facilmente (SILVEIRA, 2018).

Outro princípio na criação da indústria 4.0 é o surgimento do que tem sido chamado de *smart factory*, que é um fábrica inteligente com estrutura modular, em que os sistemas ciberfísicos monitoram processos físicos – criando uma cópia virtual do mundo físico e tomam decisões descentralizadas; fazem uso intenso de sistemas ciberfísicos e internet das coisas, que se comunica entre si e com humanos em tempo real. Esta nova cadeia viabiliza o desenvolvimento de novos modelos de negócios com diferentes organizações do trabalho. Estas possibilidades de arranjo

das diferentes alternativas das tecnologias da Indústria 4.0 podem resultar em diversos benefícios (KAGERMANN *et al.*, 2013).

Schwab (2017) também ressalta que a tecnologia tornou possíveis novos produtos e serviços que aumentam a eficiência e o prazer de nossas vidas pessoais. Pedir um táxi, reservar um voo, comprar um produto, fazer um pagamento, ouvir música, assistir a um filme ou jogar um jogo, qualquer um deles agora pode ser feito remotamente.

Esta revolução tecnológica que estamos vivendo alterará fundamentalmente a maneira como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos uns com os outros. Em sua escala, escopo e complexidade, a transformação será diferente de tudo o que a humanidade já experimentou antes. Ainda não sabemos exatamente como isso vai se desdobrar, mas uma coisa é clara: a resposta a ela deve ser integrada e abrangente, envolvendo todos os atores da comunidade global, dos setores público e privado à academia e à sociedade civil (OLIVEIRA, 2018).

Conforme Bouças (2018), o país é atualmente o quinto maior produtor têxtil do mundo, atrás de China e Índia, Estados Unidos e Paquistão. Em confecção, é o quarto maior produtor global, atrás de China, Índia e Paquistão. De acordo com o estudo, o Brasil está alinhado com outros grandes produtores têxteis e vestuário no mundo no que se refere à automação industrial e à implantação da chamada indústria 4.0, que inclui também, além da automação, o uso da internet das coisas para conectar máquinas e equipamentos entre si para garantir uma produção mais ágil e com menos perdas.

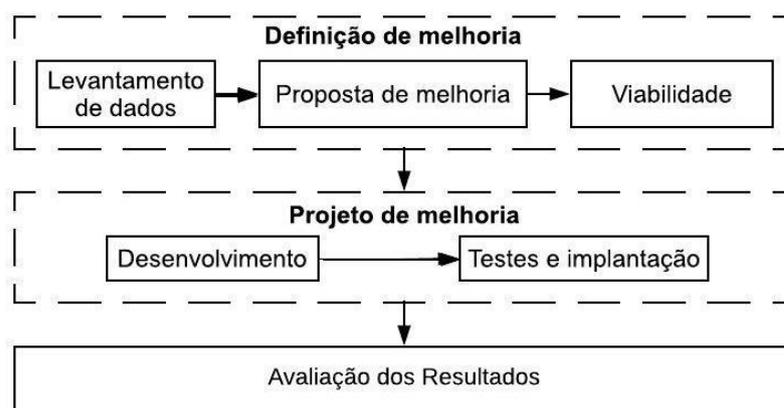
2. METODOLOGIA

Neste trabalho, o levantamento dos dados conceitualmente foi realizado utilizando o tipo de pesquisa exploratória, objetivando oferecer uma visão panorâmica da situação prática a ser explorada. Pode-se dizer também que esta pesquisa é denominada como “pesquisa de base”, como cita a autora Gonsalves (2011), pois oferece dados elementares que servirão de suporte para a realização de estudos mais aprofundados sobre o tema proposto.

Procurou-se desenvolver uma forma de reduzir consideravelmente os índices de *downtime* dos equipamentos, ocasionados por setups no setor da costura. O

objetivo foi identificar, dentre os maiores índices de setups na fábrica, um item que se apresenta viável para desenvolver uma melhoria eficaz e definitiva, atendendo questões de produtividade como o custo benefício. O fluxo metodológico utilizado neste trabalho é apresentado na Figura 1, onde pode-se observar 3 (macro) atividades, a “Definição de melhoria”; “Projeto de melhoria” e “Avaliação dos resultados”.

Figura 1: Fluxo metodológico adotado neste trabalho



Fonte: Autores

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 Levantamento de dados

Através da coleta das informações geradas pelo sistema SAP utilizado na empresa, pode-se trabalhar com os dados de forma organizada, tornando possível dispor estas informações e detalhar todas as interferências manutivas nos equipamentos do setor da costura. Nesse relatório, é possível identificar as causas das ocorrências, bem como filtrá-las por quebra, manutenção programada ou setup, que é o foco utilizado neste trabalho.

Este relatório, apresentado na Tabela 1, é alimentado pelos próprios operadores, que, através de uma transação específica do SAP, registram a necessidade de uma intervenção mecânica de acordo com a dificuldade encontrada, gerando assim uma nota de manutenção que é transformada em ordem pelo próprio manutentor no momento do atendimento à ocorrência. Nesta nota, o operador da produção registra o número do equipamento em questão e na descrição o mesmo insere manualmente informações sobre a necessidade daquele chamado.

O campo com a denominação do equipamento é preenchido automaticamente através do número do equipamento inserido pelo operador, que, através deste número, o sistema informa (preenche) o campo “Denominação”, conhecido internamente como operação, ou seja, o que o equipamento é desenvolvido ou adaptado para costurar, basicamente, operação é o acabamento que o equipamento é projetado/preparado para realizar na peça que será costurada. O manutentor, após o seu atendimento à ocorrência, fecha a ordem, inserindo o que foi ajustado no equipamento, e os devidos tempos utilizados, alimentando assim os dados necessários para que seja gerado o “Tempo de duração da parada” é o que conhecemos internamente como downtime. Este demonstra o tempo real que o equipamento ficou sem produzir devido ao problema ou ajuste necessário, conforme pode-se verificar na Tabela 1.

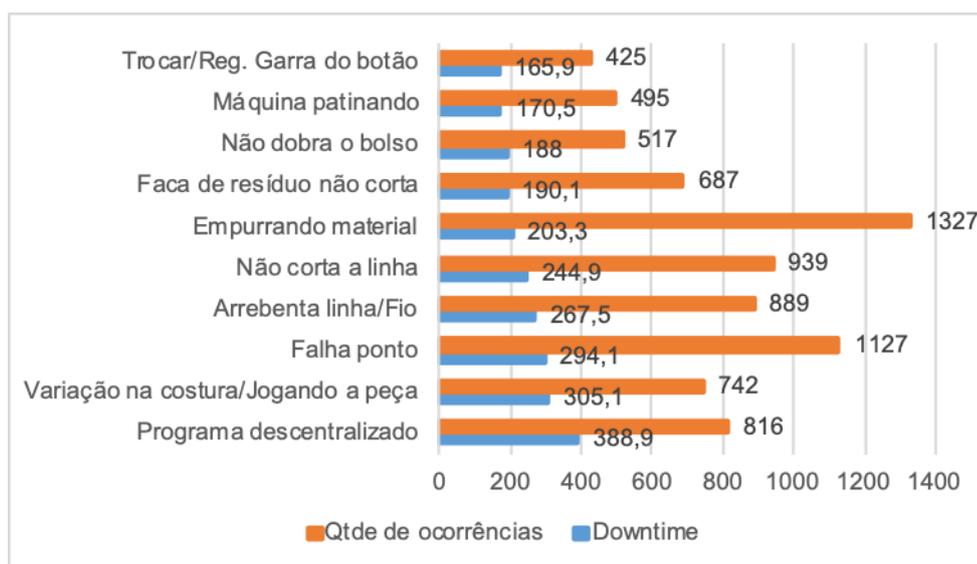
Tabela 1: Visão parcial do relatório gerado no sistema SAP das notas de manutenção.

Equipamento	Denominação	Descrição	Duração Parada (min)
2005335	o conjugado c/transporte superior	patina	22
2007137	costura reta	quebra agulha	75
2000503	abrir bolso coração	não corta tecido	17
2000742	pregar bolso	arrebenta linha	12
2000566	pregar gola com tira	patina na entrada	73
2006612	pregar bolso	não dobra bolso e vaza ar	25
2004712	crbr	regular programa	17
2003107	botão manual	trocar garra	12
2000211	pregar bolso	centralizar matriz o7	50
2001789	pregar bolso embutido automático	regular laser	78
2003444	costura reta	regular franzido	67
2000613	costura reta	embuchando	17
2002146	pregar passante	regular pinça	85
2009176	caseado olho	faca do caseado não corta	17
2007131	costura reta	regular franzido	50
2001789	pregar bolso embutido automático	abre arremate	25
2007548	pregar bolso	programa 3401 não está na memória	58
2000636	o conjugado	tirar faca de resíduo	50
2000284	pregar gola com tira	sobe resíduo	17
2003294	gov com alp	variação no punho	40
2000075	pregar gola com tira	patina na entrada	07
2001317	o pico	regular pra modelo	75
2007027	filigrana lapela	verificar velocidade	00
2007748	embutidor	empurra	17

Fonte: Autores

Com base nestas informações, foi possível identificar, entre todas as ocorrências, as 10 principais, ou seja, as que causam maior impacto na parada dos equipamentos, sendo as que geram maior *downtime* (tempo de parada do equipamento). Na Figura 2 é apresentada a representação das ocorrências de setup no período de janeiro a setembro do ano 2018, momento em que foram compiladas as informações para esta pesquisa. É possível visualizar que, neste ano, o item “Programa descentralizado”, que é o foco deste trabalho, está ocupando o primeiro lugar em *downtime*, com quase 400 minutos. Este índice corresponde a 66% do total destas ocorrências no ano de 2017 e já é um acréscimo considerável na quantidade de ocorrências visualizadas no ano de 2016, ressaltando ainda mais a importância de sanar este índice, que se mantém entre as principais ocorrências dos últimos levantamentos.

Figura 2: Principais ocorrências de setup (2018)



Fonte: Autores

Na Tabela 2 é possível observar uma lista contendo algumas ocorrências do ano de 2018, bem como seu grau de importância e as tratativas e/ou sugestões de melhoria para algumas delas. Este alinhamento é necessário para que seja devidamente disposta a oportunidade de todos se pronunciarem e apresentarem suas sugestões de melhorias. Estas sugestões podem ser de alterações no próprio equipamento, desde pequenos guias até a criação de automações, por exemplo, assim como também pode ser uma simples alteração do processo ou método de trabalho.

Tabela 2: Tratativas das melhorias conforme ocorrências (2018).

Ocorrência	Importância	Tratativa / Sugestão
Programa descentralizado	1	Em andamento / pinagem de matrizes
Varição na costura/Jogando a peça	2	-
Falha o ponto	3	Alterado fornecedor de linhas
Arrebenta linha ou fio	4	Alterado fornecedor de linhas
Não corta a linha	5	
Empurrando o material	6	Adaptado máquina com transporte auxiliar
Faca de resíduo não corta	7	-
Não dobra o bolso	8	-
Máquina patinando	9	-
Trocar/Reg. garra do botão	10	-

Fonte: Autores

3.2 Proposta de melhoria

Neste trabalho é apresentada uma proposta de melhoria piloto para a principal problemática do ano de 2018, que é o “Programa descentralizado”. Este também se repetiu nos anos anteriores de 2016 e 2017, porém com menor ênfase, mas ainda assim esteve entre as principais ocorrências anuais, onde só neste ano gerou paradas na ordem de 400 min. Assim, a proposta de melhoria apresentada consiste em desenvolver um sistema de fixação através de dois pinos na parte superior, onde a matriz é fixada no equipamento, que atualmente não possui nenhum dispositivo de fixação. Esta matriz pode ser observada na Figura 2.

Devido ao fato de não haver nada que fixe o posicionamento desta, podem acontecer diversos erros de posicionamento a cada troca realizada. Com a inserção desta melhoria, espera-se também que seja eliminada a necessidade de mecânicos efetuarem a centralização de matrizes nos equipamentos filigrana da marca Brohter modelo BAS 326G. Normalmente este equipamento é utilizado para a costura de etiquetas, apliques, plaquetas e demais aviamentos utilizados na indústria do vestuário.

Figura 2: Melhoria da matriz para aplicação de plaquetas.

Fonte: Autores

3.3 Estudo de viabilidade

O estudo de viabilidade é necessário, além de outros fatores, para que seja verificado o *payback*, que é o tempo que a alteração/melhoria possui para gerar retorno, ou seja, trata-se de uma estratégia, um indicador usado nas empresas para calcular o período de retorno de investimento em um projeto. Com o custo da melhoria definido, avalia-se da mesma forma as ocorrências manutentivas evitadas, assim, sabe-se a viabilidade de realizar ou não a melhoria proposta. A política da empresa para tomada de decisão em *payback's* é positiva quando a melhoria implantada gera o retorno investido o mais breve possível, levando em consideração a seguinte estratégia:

- melhorias que se pagam em até 6 meses: podem ser implantadas de imediato;
- melhorias que se pagam em até 1 ano: devem ser programadas e implantadas gradativamente, evitando-se que o custo seja gerado de uma única vez para a empresa;

- melhorias que se pagam entre 1,5 e 2 anos devem ser bem avaliadas juntamente com o gestor da área produtiva e manutentivas para decisão em conjunto;
- melhorias que se pagam acima de 2 anos: são declaradas inviáveis de imediato.

O custo deste desenvolvimento deverá ser rateado pela quantidade total de máquinas filigrana Brother disponíveis, que são 50 máquinas distribuídas por todo o setor fabril da empresa matriz, isto sem levar em consideração as filiais, onde os trabalhos poderão ser replicados posteriormente. A Tabela 3 apresenta a discriminação dos valores referentes ao custo de implantação da melhoria.

Tabela 3: Cálculo do custo estimado para implantação da melhoria por equipamento

Descrição custo	Rateio	Custo total	Custo final
Matriz de centralização	Sim	R\$ 227,00	R\$ 4,54
Custo aproximado de pinagem de uma matriz usada	Sim	R\$ 50,00	R\$ 1,00
Custo fabricação matriz nova	Sim	R\$ 113,00	R\$ 2,26
Mão de obra para furação dos suportes	Não	R\$ 14,00	R\$ 14,00
Custo estipulado com a mão de obra para ajuste de uma máquina com a matriz de centralização e os programas de todas as matrizes	Não	R\$ 114,00	R\$ 114,00
Custo aproximado por equipamento:			R\$ 135,80

Fonte: Autores

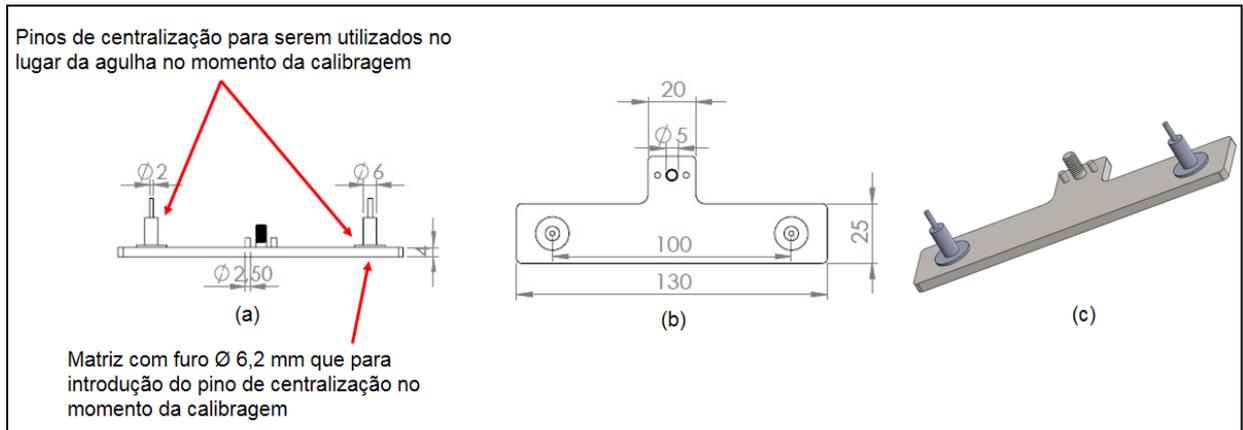
Aproximadamente 84% do custo de implantação desta melhoria consiste na utilização da mão de obra. Isto se deve ao fato da necessidade dos ajustes que necessitam ser realizados em todos os equipamentos que irão receber esta adequação.

3.4 Projeto de melhoria

Neste projeto, a matriz de centralização foi idealizada pelos próprios manutentores e projetada pelo setor de ferramentaria. O projeto, bem como suas dimensões, podem ser visualizados na Figura 3. Esta matriz foi produzida em aço 1020, já as buchas onde passam os pinos de centralização serão fabricadas em aço prata, com tratamento para dureza de 55 HRc, devido a sua maior resistência. Já os próprios pinos de centralização também utilizarão o aço prata para sua fabricação,

porém recebem tratamento térmico para atingirem em torno de 35 HRc. Os materiais utilizados na fabricação deste conjunto de centralização foram materiais reaproveitados (refugos) que seriam descartados, não gerando custo com os mesmos, somente com a mão de obra de fabricação.

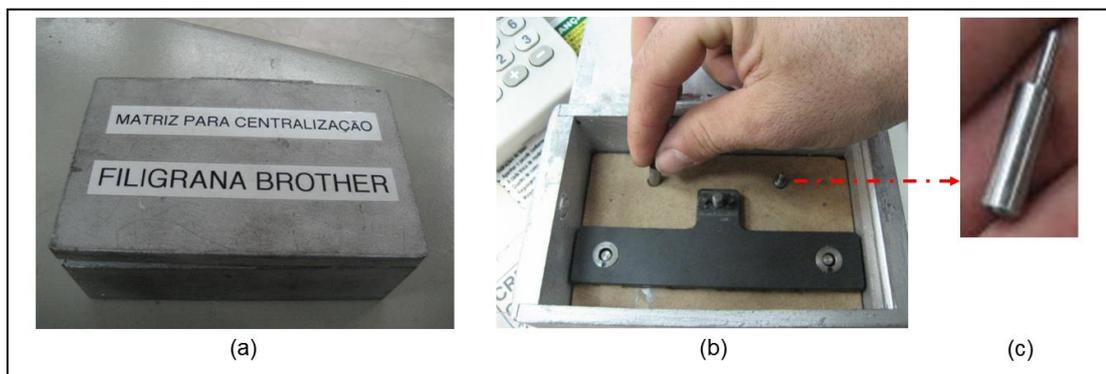
Figura 3: Projeto matriz de centralização; (a) Vista frontal; (b) Vista superior; (c) Vista isométrica.



Fonte: Autores

A matriz de centralização, juntamente com os pinos de centralização, foi denominada kit de centralização, que pode ser observado na Figura 4(a). Ele é composto pela matriz de posicionamento (ver Figura 4b) e um pino de centralização (ver Figura 4c), este pino é fixado no lugar da agulha, para então ajustar um ponto zero padrão para todos os equipamentos.

Figura 4: Dispositivos desenvolvidos para centralização; (a) Kit de centralização; (b) matriz de posicionamento; (c) pino de centralização.

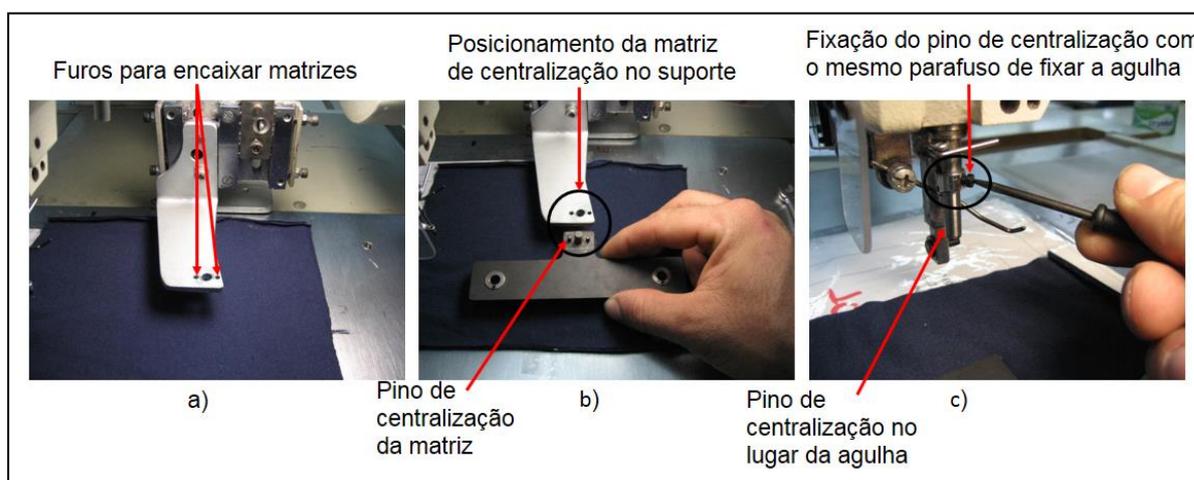


Fonte: Autores

Para a utilização deste sistema, foi necessário realizar uma furação no suporte de fixação das matrizes, conforme se pode observar na Figura 5 (a). Este procedimento foi necessário para que todo o sistema trabalhe ancorado pela pinagem, garantindo o mesmo posicionamento tanto na posição X como na posição Y para todas as matrizes que venham a ser utilizadas neste equipamento. Desta forma, todas as matrizes devem possuir dois pinos nas extremidades de seus suportes, conforme mostra a Figura 5 (b), estes são utilizados como posicionadores e impedem que qualquer matriz utilizada seja posicionada de forma incorreta.

A própria matriz de centralização já vem com os referidos pinos, de forma a servir como padrão para o ajuste do equipamento, conforme é apresentado também na Figura 5 (b). O pino de centralização utilizado para referência com a matriz é fixado no suporte de agulha e fixo com o mesmo parafuso da agulha, conforme possível visualizar na Figura 5 (c), onde está sendo realizada a fixação do mesmo, com o auxílio de uma chave de fenda.

Figura 5: Método de utilização do Kit de centralização; (a) Furação no suporte de fixação; (b) Pinos de centralização; (c) Fixação do suporte.



Fonte: Autores

3.5 Implantação e avaliação de resultados

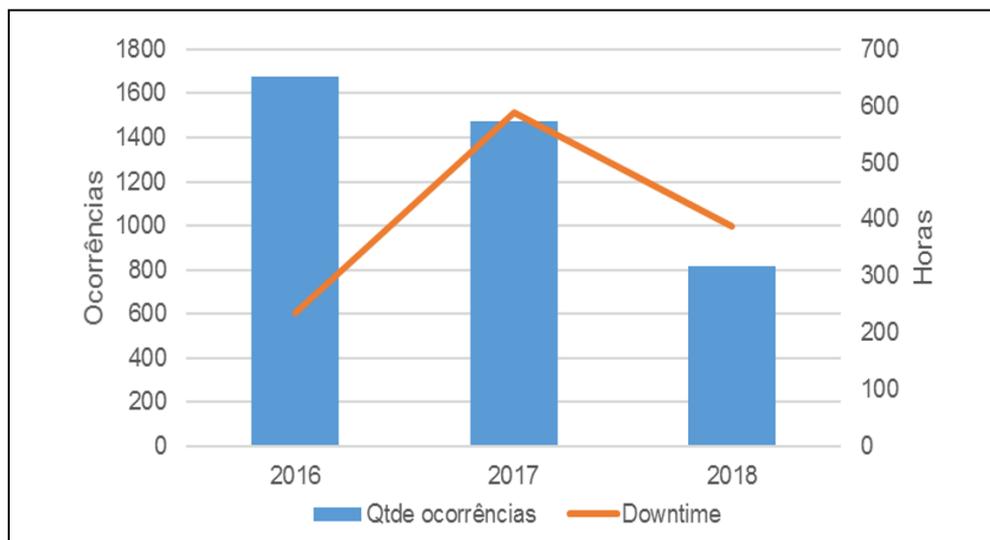
Os testes, após o desenvolvimento da matriz de centralização, foram realizados no setor responsável pela produção das peças piloto, ou seja, assim que um modelo é criado pelo setor de estilo, ele é modelado, cortado e costurado para verificação dos possíveis problemas que possam ocorrer, bem como para

visualização da peça pronta, que muitas vezes pode ainda vir a receber algum tipo de alteração.

Nesta fase ocorreu a padronização do processo, de forma a garantir que o procedimento seja executado por qualquer manutentor e tenha o mesmo resultado final de centralização. Deve-se garantir que todos os equipamentos estejam com o mesmo ponto zero, que é posicionamento dos eixos X e Y de forma idêntica. Para isso, foi criado internamente um documento norteador, com instruções passo a passo para a utilização da matriz de centralização.

Após os primeiros meses corridos, foi possível reformular os gráficos de acompanhamento e levantamento de dados apresentados neste trabalho para fins de comparação da implantação do projeto, conforme mostra a Figura 6, onde pode-se observar uma redução nos índices de ocorrências de manutenção, que diminuiu de 1630 para 800 ocorrências em 2018, representado uma melhoria de 51%. Com relação às horas dedicadas ao *downtime*, pode-se observar uma redução de 33% no número de horas com relação ao período de 2017, isto é resultado das paradas para implantação das melhorias alinhado ao treinamento dos operadores.

Figura 6: Quantidade de ocorrências x *downtime* por centralização de programas/matriz.



Fonte: Autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a padronização realizada nos equipamentos, bem como com a intercambiabilidade de matrizes entre os mesmos, atende-se também a um dos critérios que liga esta melhoria ao desenvolvimento e aplicação da indústria 4.0, que é a modularidade, ou seja, é a produção de acordo com a demanda, o acoplamento e desacoplamento de módulos na produção. Isso oferece flexibilidade para alterar as tarefas das máquinas facilmente, atendendo assim a nova demanda da indústria têxtil, que, conforme Araújo (1996), as organizações têm que lidar cada vez mais com coleções de vida curta, entregas rápidas, pequenas séries de peças, construções complicadas, fluxo de trabalhos complexos e maiores exigências. Assim, como cita o autor Kagermann *et al.*, (2013), o princípio para a criação da fábrica inteligente (*smart factory*) está na fábrica possuir estrutura modular, começando pelos equipamentos.

Pode-se observar que, através dos levantamentos de dados realizados, onde foram identificadas as principais ocorrências que mais ofereciam impacto na produtividade em termos de *setup*, foi possível consultar junto aos manutentores quais ações poderiam ser implantadas para que os próprios operadores realizassem os *setups* em seus equipamentos, sem a necessidade de intervenção mecânica, que ofereça facilidade de implantação, menor custo e ofereça menor impacto nas atividades dos operadores.

Desta forma, com o desenvolvimento da melhoria, a simples tarefa de trocar de modelo a ser produzido pode ser realizada integralmente pelo operador, não sendo necessária nenhum tipo de intervenção mecânica para este fim, viabilizando ao setor produtivo efetuar trocas rápidas de dispositivos, otimizando a utilização dos equipamentos e gerando aumento de produtividade, onde, conseqüentemente, reduz a necessidade de intervenção mecânica, disponibilizando a utilização da mão de obra técnica para outras necessidades.

Com o desenvolvimento do dispositivo, atingiu-se o objetivo geral maior, eficiência em um sistema de manutenção autônoma, onde foram minimizadas as perdas produtivas do processo de uma empresa têxtil.

Referências

- ABIT (São Paulo) (Org.). **Quem somos**. 2017. Disponível em: <<http://www.abit.org.br/cont/quemsomos>>. Acesso em: 05 maio 2019.
- ABRANCHES, G. P.; SILVA, S. R.; CUNHA, V. T. da. **Manual da gerência de confecção**. Volume 2. Rio de Janeiro: Gráfica do Senai-DN, 1995.
- ARAÚJO, M. **Tecnologia do vestuário**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1996.
- BOUÇAS, C. **Estudo indica as áreas com maior potencial de expansão para têxteis**. 2017. Disponível em: <<https://www.valor.com.br/empresas/5153612/abit-estudo-indica-areas-com-maior-potencial-de-expansao-para-texteis>>. Acesso em: 24 abr. 2018.
- COSTA, M. I. **Políticas de design para o fomento da inovação na cadeia de valor Têxtil/Confecção de moda de Santa Catarina**. 2011. 270 f. Tese (Doutorado em Design). PUC, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0721265_2011_pretextual.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2019.
- GONSALVES, E. P. **Conversas sobre iniciação à pesquisa científica**. Campinas, SP: Editora Alínea, 2011.
- XENOS, H. G. Gerenciando a Manutenção Produtiva. Belo Horizonte. **INDG Tecnologia e Serviços Ltda**, 2004.
- KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. Das Zukunftsprojekt Industrie 4.0: Handlungsempfehlungen zur Umsetzung. **Promotorengruppe Kommunikat**. Berlin, p.1-54, 2013.
- MELO, M. O. B. C. Inovações Tecnológicas na Cadeia Produtiva Têxtil: Análise e Estudo de Caso em Indústria no Nordeste do Brasil. **Revista Produção On Line**, Florianópolis, v. 7, p.1-19, 01 ago. 2007.
- NELSON, R. R.; WINTER, S. **Uma teoria evolucionária da mudança econômica**. Campinas, Unicamp, 2005. p. 631.
- SCHWAB, K. The Fourth Industrial Revolution. **USA: Crown Business**, 2017.
- SILVEIRA, C. B. **O Que é Indústria 4.0 e Como Ela Vai Impactar o Mundo**. 2016. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/#>>. Acesso em: 17 abr. 2018.

A formação docente no Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza: Biologia e Química do IFRS - *Campus* Porto Alegre: desafios e perspectivas no contexto atual

Cassiano Pamplona Lisboa

Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) – *Campus* Porto Alegre
(cassiano.lisboa@poa.ifrs.edu.br)

Aline Grunewald Nichele

Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) – *Campus* Porto Alegre
(aline.nichele@poa.ifrs.edu.br)

Andréia Modrzejewski Zucolotto

Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) – *Campus* Porto Alegre
(andreaia.zucolotto@poa.ifrs.edu.br)

Helen Scorsatto Ortiz

Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) – *Campus* Porto Alegre
(helen.ortiz@poa.ifrs.edu.br)

Karin Tallini

Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) – *Campus* Porto Alegre
(karin.tallini@poa.ifrs.edu.br)

Liliane Madruga Prestes

Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) – *Campus* Porto Alegre
(liliane.prestes@poa.ifrs.edu.br)

Lúcio Olímpio de Carvalho Vieira

Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) – *Campus* Porto Alegre
(lucio.vieira@poa.ifrs.edu.br)

Resumo: Este artigo apresenta uma breve retrospectiva acerca dos processos de criação e reformulação do Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza: Biologia e Química, que é ofertado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) - *Campus* Porto Alegre desde o segundo semestre de 2010. O atual Projeto Pedagógico do curso foi reformulado e aprovado no ano de 2016, sendo que a nova versão passou a vigorar em 2017/02. Tal reformulação buscou contemplar demandas específicas elencadas a partir da escuta do Colegiado de Curso, com base nas experiências realizadas até então, e também visando à adequação do Projeto Pedagógico às Diretrizes Nacionais para a Formação Docente, aprovadas pelo Conselho Nacional de Educação e instituídas pela Resolução CNE/CP nº 02/2015. Diante disso, o relato apresenta uma síntese de tal processo, que se caracterizou por ampliar o enfoque de componentes curriculares do campo específico da química, assumindo as limitações de integração não alcançadas no projeto original e por demarcar a interlocução entre ensino, pesquisa extensão, articuladas com as redes de ensino.

Palavras-chave: Formação Docente; Ensino de Ciências; Projeto Pedagógico.

Teacher training in degree Course in Natural Sciences: Biology and Chemistry IFRS *Campus* Porto Alegre: challenges and prospects in the current context

Abstract: This paper presents a brief retrospective about the processes of creation and reformulation of the Degree Course in Natural Sciences: Biology and Chemistry. This course has been offered at the Federal Institute of Education, Science and Technology (IFRS – *Campus* Porto Alegre) since August 2010. Its current pedagogical Project was reformulated and approved in 2016 and was effective in August 2017. This reformulation sought to address specific demands arising from the dialogue with its collegial body, based on the experiences carried out so far, and also aimed at adapting the pedagogical Project to the National Guidelines for teacher training approved by the National Education Council (Conselho Nacional de Educação - CNE), by the Resolution CNE/CP nº. 02/2015. In this context, this paper presents a synthesis of this process. The process was characterized by broadening the curriculum components about Chemistry, assuming the limitations of integration not achieved in the original Project and by demarcating the dialogue among teaching, extension activities and research articulated with the teaching networks.

Keywords: Teacher Training; Science Teaching; Pedagogical Project.

INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta uma breve retrospectiva acerca dos processos de criação e reformulação do Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza: Biologia e Química, ofertado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) - *Campus* Porto Alegre, desde o segundo semestre de 2010. O atual Projeto Pedagógico do curso foi reformulado e aprovado no ano de 2016, sendo que a nova versão passou a vigorar em 2017/02. O referido curso tem como objetivo a formação inicial de educadores para atuarem na Educação Básica, na docência nas áreas de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental e Química e Biologia no Ensino Médio.

A oferta deste Curso, em especial, está prevista nas atuais políticas públicas para a formação inicial de professores, face à carência de docentes nas áreas de Ciências, Química e Biologia. Entre tais políticas, citamos a intensificação e a ampliação das ações formadoras com as instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, incluindo a criação dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, conforme Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008. De acordo com a referida Lei, a expansão de cursos nos Institutos Federais deve reservar 20% (vinte por cento) das vagas para cursos de licenciaturas, prioritariamente para as licenciaturas em Ciências da Natureza e Matemática. Ressaltamos ainda que a oferta do Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza: Biologia e Química do IFRS - *Campus* Porto Alegre foi resultante do mapeamento de demandas relacionadas à formação inicial de docentes para o ensino de Ciências

para a Educação Básica, em especial, para as áreas de Química e Biologia na região metropolitana.

Em termos de legislação, o artigo 61 da Lei nº 9394/96 prevê a ampliação dos espaços de formação inicial e continuada. O atendimento de tal preceito legal está previsto no Plano Nacional de Educação (2014-2024), cuja meta 15 determina a adoção de políticas de formação docente em nível superior para os docentes que atuam na Educação Básica.

A partir do ano de 2017, a oferta dos cursos de licenciatura deve contemplar as atuais Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial e Continuada dos Profissionais do Magistério da Educação Básica, instituídas pelo Conselho Nacional de Educação, por meio da Resolução CNE/CP nº 02/2015. Diante deste cenário, o Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza ofertado pelo IFRS - *Campus* Porto Alegre, no decorrer do ano de 2016, passou por um processo de reformulação curricular, que contou com a participação de docentes, discentes, técnicos e demais integrantes da comunidade acadêmica. Este processo foi permeado por amplos debates, espaços de estudos, realização de pesquisa qualitativa para a identificação de demandas com a escuta de todos os segmentos, com o resgate da trajetória do curso (incluindo leitura de atas de reuniões pedagógicas, de Colegiado e do Núcleo Docente Estruturante, realizadas em anos anteriores). Além disso, foram utilizados os dados oriundos da última avaliação externa realizada *in loco* por comissão designada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais (INEP), a qual foi realizada em setembro de 2015, quando o curso foi avaliado com nota 4 (numa escala de 1 a 5).

A seguir, apresentamos um breve relato de como tal processo de reformulação curricular foi conduzido e quais os pressupostos que permearam os processos formativos desenvolvidos no decorrer do mesmo.

O processo de reformulação do Projeto Pedagógico do Curso enquanto exercício de escuta e avaliação coletiva

No que se refere ao processo de reformulação do Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza, o mesmo foi desencadeado a partir da escuta da comunidade acadêmica, discentes, docentes e técnicos. Tal processo deu-se em ações articuladas entre o Núcleo Docente Estruturante (NDE) e o

Colegiado de Curso (CC), os quais tiveram reuniões de estudo e debate em torno das necessidades e possibilidades de aprimoramento das ações desenvolvidas desde o ano de 2010. Realizado no ano de 2016, em síntese, constou de reuniões quinzenais dos colegiados e de pesquisas anteriormente realizadas para o levantamento de demandas e para adequação às novas Diretrizes Nacionais para a Formação Docente (Resolução CNE/CP nº 02/2015). Foram utilizados, ademais, os dados oriundos da última avaliação externa realizada *in loco* por comissão designada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais (INEP), a qual foi realizada em setembro de 2015, quando o curso foi avaliado com nota 4 (numa escala de 1 a 5).

Conforme citado, a proposta de criação do Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza buscou contemplar as demandas apresentadas tanto pela comunidade, quanto pelo Ministério da Educação ao propor a criação dos Institutos Federais. O caráter experimental e inovador é uma das principais características que diferencia nosso curso das demais formações na área. Quanto ao perfil do egresso, cabe destacar que o Curso busca contemplar em sua formação o que vem sendo exigido do professor para o século XXI, conforme referendado no estudo de Mello e Rego (2002), o que inclui o comprometimento com o aprendizado do educando, suas características e dificuldades. Tal entendimento nos remete a refletirmos sobre qual formação propomos no âmbito das licenciaturas, a exemplo do que faz Gadotti quando, ao questionar sobre o que é ser professor hoje, destaca o que segue:

Ser professor hoje é viver intensamente o seu tempo com consciência e sensibilidade. Não se pode imaginar um futuro para a humanidade sem educadores. Os educadores, numa visão emancipadora, não só transformam a informação em conhecimento e em consciência crítica, mas também formam pessoas. Diante dos falsos pregadores da palavra, dos marqueteiros, eles são os verdadeiros “amantes da sabedoria”, os filósofos de que nos falava Sócrates. Eles fazem fluir o saber - não o dado, a informação, o puro conhecimento - porque constroem sentido para a vida das pessoas e para a humanidade e buscam, juntos, um mundo mais justo, mais produtivo e mais saudável para todos. Por isso eles são imprescindíveis. (GADOTTI, 2003, p. 17)

Com base no exposto, partimos do entendimento de que o docente deverá ter sólida formação cultural e científica, domínio da língua materna e das tecnologias associadas à sua especialidade. Para isso, o Curso prevê a adoção de estratégias metodológicas que permitam ao egresso o desenvolvimento de capacidades, entre

as quais citamos: relacionar os conhecimentos científicos com os didáticos e pedagógicos, para melhor gestão dos processos de ensino e aprendizagem; saber trabalhar em equipe para melhor integração curricular e ações interdisciplinares; articular seus saberes com as inovações e com capacidade de gerir seu próprio desenvolvimento profissional. O atendimento ao exposto implica compreendermos que, como destaca Freire (1996), não há docência sem discência. Requer considerarmos que o ato de ensinar exige pesquisar além de envolver o comprometimento do educador diante do contexto histórico e social. Portanto, as ações pedagógicas desenvolvidas no decorrer do Curso visam subsidiar o licenciando para que obtenha subsídios teóricos e práticos que promovam a garantia da Educação Básica como direito universal. A escola, por sua vez, é entendida enquanto espaço coletivo de construção identitária dos sujeitos, no qual as diferenças passam a ser valorizadas, o que implica que:

Para tal, todos nós precisaremos passar por um processo de reeducação do olhar. O reconhecimento e a realização dessa mudança do olhar sobre o “outro” e sobre nós mesmos a partir das diferenças deve superar o apelo romântico ao diverso e ao diferente e construir políticas e práticas pedagógicas e curriculares nas quais a diversidade é uma dimensão constitutiva do currículo, do planejamento das ações, das relações estabelecidas na escola. (GOMES, 2007, p. 25)

A partir de tal entendimento e em consonância com a Resolução CNE nº 02/2015 (que estabelece as Diretrizes Nacionais para a Formação Inicial e Continuada dos Profissionais do Magistério da Educação Básica) e com as prerrogativas legais acima citadas, o Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza: Biologia e Química visa:

o reconhecimento e a valorização das diferenças, nas suas diversas dimensões – e especialmente no que se refere à diversidade étnico-racial, sexual, de gênero e identidade de gênero, geracional, cultural e regional, além das diferenças cognitivas e físicas – não se limitam ao respeito e à tolerância nas relações interpessoais, mas, como parte do processo formativo, produz implicações no currículo, na prática pedagógica e na gestão da instituição educativa. (BRASIL, 2015, p. 9)

Nesse sentido, para o exercício docente na Educação Básica, além da apropriação dos conhecimentos específicos, do domínio dos saberes, é

imprescindível a reflexão em torno dos “fazeres”, não como profissionalização precoce, mas como formação básica para o trabalho. Acrescenta-se a isso a necessidade de se construir as competências relacionais do discente, necessárias para a vida corrente. Tais competências dizem respeito ao saber ser e ao saber viver em sociedade, ao aprender a ser como parte do desenvolvimento do humano, conforme indica Dellors (1998).

Dito isso, ao propormos a organização curricular do Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza, nos pautamos nos estudos realizados por Moreira (1993), que destaca a relevância da escola no desenvolvimento do espírito crítico, flexibilidade, curiosidade, criatividade, atitude científica e autonomia. Entre os desafios postos à formação docente, o autor destaca o desenvolvimento de habilidades e atitudes, tais como:

O professor precisa tornar-se habilidoso em meios de comunicação que favoreçam a descrição, a interpretação e a renovação de experiências e significados. Precisa, também, familiarizar-se com as características e os métodos da atividade científica hoje. O trabalho na sala de aula precisa abrir-se para uma pluralidade de métodos e de linguagens, visando a favorecer ao aluno a aquisição de processos variados de construção de conhecimento, de comunicação e de expressão. O professor precisa, ainda, capacitar-se a atualizar os meios quando novos significados ou as características, os interesses e as necessidades dos alunos assim o exigirem. (MOREIRA, 1993, p. 50)

Logo, o currículo do Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza: Biologia e Química busca articular as diferentes áreas de conhecimento, a partir das quais desenvolve ações de ensino, pesquisa e extensão no decorrer do percurso formativo, conforme estruturado nos Núcleos instituídos pela Resolução CNE/CP nº 02/2015.

Adequação da estrutura curricular às demandas e ao disposto nas atuais Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Docente

De acordo com as Diretrizes Nacionais de Formação Docente, a matriz curricular dos cursos de formação de professores deverá articular os diferentes componentes curriculares e as atividades para enriquecimento curricular por meio dos seguintes núcleos: núcleo de estudos de formação geral, das áreas específicas e interdisciplinares, e do campo educacional, seus fundamentos e metodologias, e

das diversas realidades educacionais; núcleo de aprofundamento e diversificação de estudos das áreas de atuação profissional, incluindo os conteúdos específicos e pedagógicos; e núcleo de estudos integradores.

No Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza: Biologia e Química, os núcleos acima descritos são articulados mediante uma estrutura curricular que se organiza em Unidades de Aprendizagem Pedagógicas (UAP), Unidades de Aprendizagem das Ciências da Natureza (UACN) e Unidades de Aprendizagem Integradoras (UAI). Tais Unidades visam promover a inserção e exploração do ambiente escolar, o seu entorno e a coerência das políticas públicas com as propostas curriculares das instituições de ensino. Buscam ainda consolidar o compromisso de oferecer à sociedade uma variedade de ferramentas e propostas inovadoras de ensino que auxiliem no desenvolvimento do pensamento científico com vistas à superação da desigualdade social e voltadas ao exercício da cidadania.

Em consonância com a Resolução CNE/CP 2/2015, o Curso apresenta carga horária total de 4179 horas, distribuídas em:

- I – 446 horas de prática como componente curricular, distribuídas ao longo do processo formativo;
- II – 400 horas dedicadas ao estágio supervisionado, nas áreas de Ensino de Ciências para o Ensino Fundamental, Ensino de Química e Ensino de Biologia para o Ensino Médio, e Ensino de Ciências da Natureza para o Ensino Médio;
- III – 3133 horas dedicadas às atividades formativas estruturadas pelos núcleos definidos nos incisos I e II do artigo 12 da referida resolução;
- IV – 200 horas de atividades teórico práticas de aprofundamentos em áreas específicas de interesse dos estudantes conforme núcleo definido no inciso III do artigo 12 da referida resolução. (INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL, 2016, p. 32/33)

A integralização do Curso ocorre após a conclusão de nove etapas, totalizando quatro anos e meio de duração (nove semestres). As etapas, por sua vez, estão articuladas por meio de temas estruturantes que se relacionam com diferentes dimensões do Ensino de Ciências da Natureza, conforme segue: Terra e sua composição (etapas I e II); Terra e suas transformações (etapas III e IV); Vida e sua organização (etapas V e VI); Vida e Evolução (etapa VII) e Vida e Sociedade (etapas VIII e IX).

Com o intuito de diversificar o percurso formativo do estudante, estão previstas na matriz curricular cinco componentes optativos. A existência dos componentes optativos possibilita ao aluno escolher, semestralmente, dentre um rol previamente estabelecido¹, quais componentes gostaria de cursar, desde que, obrigatoriamente, realize 220 horas/aula (183 horas) deste tipo de componente curricular. Para o cômputo da carga horária das disciplinas optativas, há ainda a possibilidade de aproveitamento de componentes curriculares cursados na Educação Superior, desde que aprovados pelo colegiado do Curso. Neste caso, somente são validados componentes concluídos após o ingresso na Licenciatura.

Nas atividades de Prática de Ensino como componente curricular, os professores orientam e avaliam o planejamento e desenvolvimento das atividades previstas e buscam promover a socialização das mesmas. No cômputo da carga horária das atividades de Prática de Ensino como componente curricular, consideram-se atividades de planejamento, de observação e de reflexão das mesmas, bem como atividades de registro. A carga horária das práticas de ensino como componente curricular está distribuída ao longo do curso nas Unidades de Aprendizagem Integradoras e Pedagógicas, totalizando 446 horas.

Nos quatro primeiros semestres do curso, privilegiam-se as atividades de prática de ensino como componente curricular sob forma de Projetos Integradores. Os projetos integradores configuram-se em um conjunto de atividades que buscam relacionar as competências desenvolvidas nas três UA's, ao longo de cada etapa, através da argumentação, do planejamento ou da aplicação de uma ação docente, de modo que os conceitos construídos ao longo semestre sejam integrados e contextualizados. Já a partir do sexto semestre do curso, as atividades de Prática de Ensino como Componente Curricular se darão em articulação com os Estágios Supervisionados e com o Trabalho de Conclusão de Curso, como forma de integrar conhecimentos e competências desenvolvidos à prática docente propriamente dita.

O Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza: Biologia e Química prevê o desenvolvimento das atividades teórico-práticas de aprofundamentos em áreas específicas de interesse dos estudantes, complementares à Matriz Curricular do curso e necessárias à sua integralização, num total de, no mínimo, 200h. Tais

¹ Na versão atual do PPC constam 18 componentes curriculares diferentes. O documento completo poderá ser consultado através do link: <http://www.poa.ifrs.edu.br/wp-content/uploads/2017/01/ppc-ciencias-da-natureza-vigencia2017-2.pdf>

atividades relacionadas ao ensino incluem monitorias nos cursos superiores ou da educação básica; atuação no programa de Laboratório de Apoio Didático; participação voluntária em atividades de ensino em área afim ao curso; atuação no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID; ações e projetos que são frutos do Programa de apoio a laboratórios interdisciplinares de formação de educadores – LIFE; Programa de Consolidação das Licenciaturas - Prodocência; Programa de Educação Tutorial – PET; atuação em projetos de ensino do Programa Institucional de Bolsas de Ensino do IFRS – PIBEN; ou de outros Programas de Ensino desenvolvidos na Instituição. Podem também abranger componentes extracurriculares da área de ciências, biologia ou química em Instituições de Ensino, ou estágio extracurricular (não obrigatório).

A atual organização curricular do Curso busca proporcionar aos estudantes a inserção no contexto escolar desde os primeiros semestres, tal proposta visa fornecer subsídios para que o licenciando possa aprofundar seus conhecimentos e, ao mesmo tempo, repensar, refletir, transformar e/ou aprimorar as práticas em contextos educativos diversos. Com isso, buscamos que os licenciandos compreendam a importância de conhecer o contexto histórico e social no qual a docência será desenvolvida. Isso remete compreender que:

Conhecer significa uma aventura da qual participam alunos e professores. Na aventura, conflitos e embates inevitavelmente ocorrem. Na aventura, o compromisso com a construção de uma sociedade mais justa e mais democrática pode desenvolver-se e consolidar-se. Conhecer melhor o mundo pode tornar-se, então, o empenho por transformá-lo. (MOREIRA, 1993, p. 51)

Neste processo de conhecimento, a pesquisa é algo inerente e, portanto, presente em todos os momentos. Desde as investigações realizadas nos Projetos Integradores e no decorrer dos componentes curriculares, atividades de iniciação científica, publicações de artigos, apresentação de trabalhos em eventos científicos, publicação de trabalhos em anais de eventos, seja por meio de resumos, resumos expandidos ou trabalhos completos. Em termos institucionais, ressaltamos que o IFRS possui programas internos e externos de fomento à pesquisa que ofertam bolsas a projetos (selecionados por meio de editais públicos), nos quais os docentes da Instituição submetem seus projetos de pesquisa, de acordo com sua área de interesse e com sua atuação nos cursos e nos grupos de pesquisa.

Com relação às atividades de extensão, elas abrangem, entre outros, cursos e programas de extensão, participação em eventos científicos, participação de comissões, Semanas Acadêmicas de Cursos, ação social e comunitária desenvolvidas no Campus ou mesmo aquelas que os discentes buscaram em outras instituições como participantes externos. As ações de extensão do Campus são fomentadas pela instituição, a partir das políticas implementadas pela Diretoria de Extensão, de modo a atender aos princípios que norteiam a constituição dos Institutos Federais, permitindo sua articulação com o Ensino e à Pesquisa e possibilitando uma permanente interação dialógica com os diversos segmentos da sociedade.

Ressalta-se ainda que, dentre outras atividades previstas, podem ser consideradas as atividades práticas articuladas entre os sistemas de ensino e instituições educativas, capazes de propiciar vivências nas diferentes áreas do campo educacional, assegurando aprofundamento e diversificação de estudos, experiências e utilização de recursos pedagógicos; as atividades desenvolvidas durante o período de mobilidade estudantil ou intercâmbio; bem como as atividades de comunicação e expressão visando à aquisição e à apropriação de recursos de linguagem capazes de comunicar, interpretar a realidade estudada e criar conexões com a vida social.

Ao final do curso, os discentes sistematizam os estudos mediante a produção de uma monografia que caracteriza o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), a qual é resultante de uma pesquisa realizada individualmente e que é socializada e avaliada por banca especializada, conforme previsto na resolução própria do Campus.

O Estágio é realizado em duas modalidades, a saber, obrigatório ou não-obrigatório. O primeiro integra a matriz curricular do Curso de Licenciatura, sendo regulamentado internamente e pela legislação vigente no país. É constituído por quatro etapas: a primeira a partir do 6º semestre, com duração de 100 horas, em Ciências da Natureza nos anos finais do ensino fundamental; a segunda e a terceira a partir do 7º semestre, em Biologia e Química para o ensino médio, com duração de 100 horas cada; a quarta, no nono semestre, com duração de 100 horas em Ciências da Natureza no Ensino Médio. Já o estágio não-obrigatório é desenvolvido por interesse do discente e não constitui componente curricular do Curso de

Licenciatura (ainda que possa ser aproveitado como horas de Estudos Integradores – a pedido do discente e aprovado pelo Coordenador de Curso).

As metodologias de ensino adotadas no decorrer do Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza: Biologia e Química incluem estratégias pedagógicas diversas visando promover a articulação entre teoria e prática. Cabe destacar que, de acordo com o disposto nas Diretrizes Nacionais para a Formação (2015):

a escolha das metodologias de ensino requer compreender que a educação engloba processos formativos para além do ensino em sala de aula, ou seja, abrange os processos pedagógicos entre os profissionais e estudantes articulados nas áreas de conhecimento específico e/ou interdisciplinar e pedagógico, nas políticas, na gestão, nos fundamentos e nas teorias sociais e pedagógicas para a formação ampla e cidadã e para o aprendizado nos diferentes níveis, etapas e modalidades de Educação Básica. (BRASIL, 2015, p. 43)

Diante disso, as estratégias adotadas visam contemplar os objetivos propostos no Curso bem como nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial e Continuada dos Profissionais do Magistério da Educação Básica, compreendendo a docência enquanto:

ação educativa e como processo pedagógico intencional e metódico, envolvendo conhecimentos específicos, interdisciplinares e pedagógicos, conceitos, princípios e objetivos da formação que se desenvolvem na socialização e construção de conhecimentos, no diálogo constante entre diferentes visões de mundo. (BRASIL, 2015, p. 21)

Tais ações incluem aulas expositivas dialogadas, estudos individuais e coletivos, práticas de ensino, monitorias, estágios curriculares, ações de pesquisas e extensão, participação em eventos, entre outras atividades acadêmico-científicas visando aprimorar e consolidar as experiências dos acadêmicos no decorrer de seus percursos formativos.

Diante do exposto, destaca-se ainda a necessidade da garantia da autonomia docente na definição das metodologias de ensino, as quais devem pautar-se numa perspectiva dialógica e contextualizada da educação, que se efetiva de modo sistemático e sustentável.

Considerações finais: desafios e perspectivas para a implementação do Projeto Pedagógico na atual conjuntura

Os Institutos Federais, dadas as características concebidas desde sua criação, se constituem em profícuos espaços de fazeres que integram o ensino, a pesquisa e a extensão. Essas oportunidades são privilegiadas tanto pela verticalização do ensino, quanto pela diversidade de oportunidades que o corpo docente possui ao participar das ações nessas três áreas que constituem o tripé das ações da instituição. A premissa institucional da verticalização do ensino se constitui como importante eixo articulador da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, uma vez que os docentes atuantes no curso de licenciatura trabalham tanto na educação básica como nos cursos de pós-graduação.

Entre os desafios postos na atual conjuntura, um dos principais será a adoção de estratégias que possibilitem a continuidade dos estudos por parte dos estudantes. Tal afirmativa se justifica pelo fato de que, à medida que aumentam os cortes orçamentários, em particular, na área de assistência estudantil, também há um crescimento no número de evasões. Aliado a isso, temos também a necessidade de maiores investimentos na área de políticas inclusivas, em especial, para o atendimento qualificado de licenciandos que ingressam na cota para deficientes. Este é um dos aspectos que ainda demanda maior atenção por parte das atuais políticas públicas voltadas à formação docente, ou seja, garantir condições mínimas para que a inclusão ocorra. Isso implica, dentre outras coisas, recursos para adequação das estruturas existentes (tais como bancadas de laboratório, equipamentos acessíveis, fomento a pesquisas na área de tecnologias assistivas, entre outros). A restrição orçamentária também repercute na falta de recursos para o investimento em materiais e manutenção de estruturas fundamentais tais como os laboratórios e aquisição de acervo bibliográfico.

Apesar de tais dificuldades, o Curso tem se destacado pelo entrelaçamento do ensino, pesquisa e extensão, cujas ações estão em consonância com os estudos recentes. Entre tais autores, Gonçalves (2015) destaca que a formação docente deve necessariamente envolver uma discussão e apresentar caminhos para a flexibilização curricular visando:

- assumir a produção do conhecimento como princípio metodológico e pedagógico;
- considerar o diálogo com desafios e demandas de distintos segmentos da sociedade, postos – em especial, mas não somente – para aquela área ou profissão, em um processo de reflexão sobre o próprio currículo e a formação ali desenvolvida, e os conhecimentos necessários para a atuação profissional e cidadã;
- fomentar e oportunizar diálogos interdisciplinares que permitam uma reflexão mais abrangente e profunda da própria formação, dos conhecimentos nela envolvidos e da atuação profissional futura;
- estabelecer diálogos com distintos saberes que perpassam a sociedade, que podem contribuir para a reflexão e articulação dos conhecimentos postos no próprio processo formativo, e para a produção de novos conhecimentos, entre outros. (GONÇALVES, 2015, p. 1251)

Logo, com base em tais premissas, o projeto pedagógico do Curso de Licenciatura busca fomentar espaços para o desenvolvimento dos objetivos acima elencados. Busca ainda o atendimento de demandas da comunidade interna e externa, bem como a qualificação e o aprimoramento constante de tais processos formativos.

Referências

- BRASIL. *Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Diário Oficial da União*, Brasília, 23 de dezembro de 1996.
- BRASIL. *Lei nº. 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Diário Oficial da União*, Brasília, 30 de dezembro de 2008.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Resolução CNE/CP nº 2, de 01 de julho de 2015. Diário Oficial da União*, Brasília, 2 de julho de 2015.
- DELORS, J. D. **Educação: um tesouro a descobrir**. São Paulo: Cortez, 1998. 281p.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996. Disponível em http://www.apeoesp.org.br/sistema/ck/files/4-%20Freire_P_%20Pedagogia%20da%20autonomia.pdf acessado em 03/06/2017.
- GADOTTI, Moacyr. **Boniteza de um sonho: ensinar-e-aprender com sentido**. Novo Hamburgo, RS. Editora Feevale, 2003. Disponível em <http://www.ebooksbrasil.org/adobeebook/boniteza.pdf> acessado em 05/06/2017.

GOMES, N. L. **Indagações sobre currículo: diversidade e currículo**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2007.

GONÇALVES, N. G. **Indissociabilidade entre Ensino, Pesquisa e Extensão: um princípio necessário**. In: **Revista Perspectiva**: Florianópolis, v. 33, n.3, p. 1229 - 1256, set./dez. 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/issue/view/2325/showToc>> Acesso em 6 jun. 2017.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL. **Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza: Biologia e Química**. Porto Alegre, 2016.

MOREIRA, A.F. **Conhecimento, currículo e ensino: questões e perspectivas**. In. **Em Aberto**. Brasília, ano 12, n.58, abr./jun. 1993. Disponível em <http://www.rbep.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/view/1890/1861> acessado em 05/06/2017.

Uso do Cisco *Packet Tracer* como ferramenta no ensino-aprendizagem de Redes de Computadores no IFRN – *Campus Mossoró*

Rodrigo Ronner Tertulino da Silva

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio grande do Norte (IFRN)
Campus Mossoró
(rodrigo.tertulino@ifrn.edu.br)

Celina Leite de Oliveira

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio grande do Norte (IFRN)
Campus Mossoró
(celinaleiteo@hotmail.com)

Claudio Peixoto da Silva

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio grande do Norte (IFRN)
Campus Mossoró
(claudio-peixoto12@hotmail.com)

Beatriz Costa Couto

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio grande do Norte (IFRN)
Campus Mossoró
(beatrizcostac@hotmail.com)

Resumo: Este trabalho tem por objetivo investigar as contribuições do uso de softwares simuladores de redes, mais especificamente o Cisco Packet Tracer, como ferramenta no ensino-aprendizagem da disciplina de Redes, no IFRN - Campus Mossoró. A análise da pesquisa ocorre por meio das informações colhidas a partir da aplicação de um questionário destinado aos alunos do curso de Informática, nas modalidades técnico integrado e subsequente, com cunho qualitativa-quantitativa.

Palavras-Chave: Redes de computadores; ensino-aprendizagem; softwares simuladores.

The use of cisco Packet Tracer as a tool in teaching-learning of Computer Networks in IFRN - *Campus Mossoró*

Abstract: The objective of this paper is to investigate the contributions of using network simulator software specifically the Cisco Packet Tracer as a teaching-learning tool in the Networking discipline at IFRN-Campus Mossoró. An analysis of the research through the information gathered from the application of a questionnaire for Informatics course students in the integrated and subsequent technical modalities with qualitative-quantitative character.

Keywords: Computer networks; teaching-learning; software simulators.

1. INTRODUÇÃO

Os métodos de ensino-aprendizagem para a construção de todo um sistema educacional e sua real eficácia é um tema muito discutido, principalmente no Brasil, já que o sistema de ensino atual é defasado e de acordo com pesquisas como o Censo Escolar - um levantamento de informações estatístico-educacionais relativas à Educação Básica, em seus diferentes níveis (educação infantil, ensino fundamental e ensino médio) e modalidades (ensino regular, educação especial e educação de jovens e adultos) – não está nem perto de alcançar seu principal objetivo que é o de que o aluno aprenda. Segundo Lacanallo *et al.* (2016), essa é uma questão muito complexa e envolve muita discussão já que durante o processo diversos fatores políticos, científicos, econômicos e tecnológicos influenciam, podendo ser de cunho positivo ou negativo.

Diante da realidade vivida não somente no Brasil como em todo o mundo, não se pode deixar de lado também a influência que a tecnologia tem em todos os âmbitos da vida de uma pessoa, não somente pessoal como também acadêmico. Portanto, com o avanço tecnológico surgiram novas maneiras de se transmitir determinado conhecimento, ou seja, novos métodos de ensino em que ferramentas antes que não existiam para o auxílio ao conhecimento podem ser utilizadas, um exemplo muito comum são as lousas digitais e também livros didáticos que podem ser acessados em computadores, tablets e até mesmo por smartphones.

Da mesma maneira que surgiram novos métodos, surgiram também novas áreas do conhecimento, como matérias técnicas relacionadas ao ensino de redes, por exemplo. Tomando como base mais especificamente o ensino de redes no curso de Informática, o acesso a laboratórios com equipamentos que servem como ferramentas de ensino, ou seja, que sejam equipados suficientemente com o necessário, não é algo muito comum já que instituições públicas de ensino como o IFRN - Campus Mossoró não tem condições de possuir toda a infraestrutura necessária, pois o custo é muito alto e muitas vezes não é tido como prioridade já que a matéria de redes é uma das diversas outras matérias técnicas lecionadas, ou seja, não há uma grande preocupação por parte das instituições públicas sobre o ensino específico dessa matéria.

Tendo em vista problemas como o já citado, uma maneira de contornar e suprir a necessidade dos estudantes é com a utilização de softwares simuladores que vêm sendo cada vez mais aperfeiçoados e melhorados, reproduzindo a realidade de maneira muito eficaz e propiciando um ensino de qualidade para todos os estudantes do curso de Informática, que acabam não sendo prejudicados pela realidade em que vivem.

Essa prática foi adotada no IFRN - Campus Mossoró na disciplina de Redes de Computadores com a utilização do Cisco Packet Tracer. O presente estudo propõe analisar as contribuições da utilização deste software educativo como ferramenta de ensino-aprendizagem no ensino de redes, identificando também as desvantagens no processo de utilização de acordo com a visão dos alunos, buscando sugestões de melhora e refletindo-se assim a importância desses softwares simuladores na comunidade acadêmica. Tendo a seguinte questão norteadora: qual a contribuição da utilização do Cisco Packet Tracer para o ensino de redes no IFRN - Campus Mossoró e o que pode ser melhorado?

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A importância da Informática na educação

A sociedade, atualmente, vem apoderando-se diariamente de inovações tecnológicas, com isso a informática vem adquirindo cada vez mais relevância na vida das pessoas, pois, a mesma serve como uma assistência para a sociedade. Quando se buscava a informação, uma das primeiras ações era ir direto às fontes bibliográficas (material impresso), ou às fontes pessoais (oralidade).

Com o surgimento da tecnologia, na busca de informações, recorreu-se ao computador que, por meio da internet, é um facilitador indiscutível do acesso à informação, mas nem sempre encontrar-se o que procura, visto que, na internet há uma infinidade de informações disponibilizadas sendo muitas delas irrelevantes para o resultado da busca.

Para Sanches (2008), o avanço tecnológico tem influenciado muito nossa vida, ditando modos e comportamentos, criando inovações e conhecimentos diversos e aguçando nossa curiosidade. Em comparação com o modo de vida de

cerca de dez anos, percebe-se o quanto passamos a ser exigentes com a execução das tarefas rotineiras, por estarmos acostumados a ter acesso à informação de uma forma rápida e interativa.

A informática, no âmbito escolar, tem grande significado tanto no aprendizado do aluno quanto na metodologia de ensino do professor, pois, os mesmos em geral, podem usar computadores, equipamentos audiovisuais e outros meios tecnológicos para deixar suas aulas mais dinâmicas fazendo o aluno se aprimorar melhor do que lhe é ensinado. Com isso, hoje, a informática exerce um papel importante na educação e, para alcançar resultados satisfatórios e suprir a necessidade que a sociedade atual vive, se faz necessário que o professor seja um profissional com particularidades positivas, pois, seu papel é fundamental na inclusão da informática na educação.

Zaragoza e Silva (2008, p. 24, 25) enfatizam a presença do professor como facilitador, ao fazer interagir os conteúdos de suas disciplinas com os alunos, utilizando o computador como mediador.

Através da avaliação dos resultados obtidos com o uso das ferramentas disponibilizadas para alunos e professores das instituições, pode-se chegar à seguinte conclusão: se realmente a eficiência da informática no âmbito escolar está sendo eficaz no ensino-aprendizado do educando e do educador.

2.2 Simuladores de redes de computadores

É de conhecimento geral que a tecnologia se faz necessária em todas as áreas. E mais do que isso, no ramo da computação é fundamental trabalharmos com tecnologias que nos possibilitam simular trabalhos já realizados ou em construção. A simulação é algo crucial na análise e implementação de sistemas de rede de computadores, levando em conta todas as dificuldades de ter um laboratório real. A realização de algumas tarefas nos simuladores de redes coloca os alunos o mais próximo possível de suas experiências profissionais posteriormente.

Apostando nisso, a utilização dos simuladores vem crescendo nas instituições e universidades de forma significativa já que nem todos disponibilizam recursos tão altos para a construção de um ambiente real com tantas variedades de ferramentas. Outro ponto que vale ressaltar sobre os simuladores é que, permitem testar o

desempenho de protocolos em várias redes e ambientes, onde em um laboratório real ou uma empresa talvez fosse impossível uma preparação como ocorre nos simuladores por questão de tempo. Assim, facilitam a execução dos protocolos em vários cenários.

Existem vários simuladores de redes de computadores, alguns usados para auxiliar pesquisas e outros para testes, buscando aprimorar equipamentos ou programas antes de lançá-los no ambiente real. Utilizaremos os simuladores para práticas educacionais, pensando no aprendizado em todas as suas vertentes, contando com a importância das práticas e uso de todas ferramentas vistas na teoria. O Cisco Packet Tracer foi o simulador usado nas aulas práticas, já despertando um interesse nesse ambiente virtual.

2.3 A importância da utilização do Cisco *Packet Tracer*

Atualmente, o uso de simuladores na disciplina de rede de computadores é de grande importância para o desenvolvimento do estudante, visto que algumas instituições de ensino não dispõem de laboratórios bem estruturados e equipados, que possam ser adequados para uma aula prática da disciplina, fazendo-se necessário o uso de simuladores, uma vez que desempenham um papel importante na tarefa de desenvolver, analisar e aperfeiçoar atividades plenas, com caráter temático no conteúdo específico da disciplina.

Segundo a Cisco, “O Packet Tracer ajuda os alunos a criarem seus próprios “mundos de rede” virtuais para exploração, experimentação e explicação de conceitos e tecnologias de rede” (CISCO NETWORKING ACADEMY, 2010).

O Packet Tracer, além de ser um software de simulação de redes sem custo algum para download e instalação, é uma ferramenta que se utiliza também para fins acadêmicos. O uso deste software possibilita gerar tráfego na rede criada, acompanhar visualmente os pacotes e frames e simular aplicações específicas, sendo um simulador bastante interativo com o usuário, em que o mesmo oferece alguns outros recursos, como autoria, avaliação e colaboração, facilitando o ensino e aprendizagem de conceitos tecnológicos para o aluno.

3. METODOLOGIA

A pesquisa é uma ferramenta de investigação e avaliação que busca propor respostas para indagações de diversas áreas do conhecimento, por conseguinte, é um ato que proporciona o avanço da ciência, ou seja, causa mudanças nas áreas do saber, que passam a se renovar, e refletem assim na sociedade, propiciando o seu desenvolvimento (GOMES, 2017). Assim, o presente trabalho busca, por meio de uma pesquisa e uma análise quali-quantitativa, investigar as percepções dos alunos, bem como as vantagens e desvantagens da utilização de simuladores digitais no ensino da matéria de Redes de Computadores no IFRN - Campus Mossoró de acordo com a visão dos discentes.

Para isso, foram realizadas pesquisas bibliográficas e uma pesquisa de campo, em que foram utilizados questionários eletrônicos criados a partir do *Google Forms*, uma plataforma online disponibilizada pelo Google para montagem e aplicação de questionários online. Uma vez que se procura investigar um grupo particular pertencente ao IFRN - Campus Mossoró, foi optado por este tipo de pesquisa, pois se preocupa com um nível de realidade que não pode ser somente quantificado (MINAYO, 2012 apud GOMES, 2017). Assim, a partir da análise das opiniões dos alunos quanto aos pontos negativos e positivos, buscamos identificar se o ensino alternativo funciona de maneira eficaz, além de listarmos sugestões dos mesmos para um ensino cada vez melhor.

A pesquisa realizada teve como universo os alunos do curso de Informática que estão cursando os 3º e 4º anos na modalidade integrada e os que estão cursando na modalidade subsequente, pois são as turmas que cursam ou já cursaram a disciplina de Redes de Computadores, utilizando-se uma amostra de 100 por cento. Foram aplicados questionários com questões fechadas que permitiram a coleta de informações necessárias sobre o tema em questão. Desse modo, pode-se compreender de forma mais clara as percepções dos alunos acerca da forma de ensino.

O questionário utilizado para a realização da pesquisa contou com 6 perguntas, sendo todas objetivas, envolvendo perguntas variadas que questionam as impressões que os alunos têm da utilização da ferramenta, quais suas dificuldades na utilização, quais os pontos positivos identificados por eles e como

eles enxergam maneiras melhores de aprenderem o conteúdo, dentre outras desse caráter.

É essencial que a escolha da abordagem esteja a serviço do objeto da pesquisa, e não o contrário, com o propósito de daí tirar o melhor possível, os saberes desejados. Parece haver um consenso, pois, quanto à ideia de que as abordagens qualitativas e quantitativas devem ser encaradas como complementares, em vez de mutuamente concorrentes (MALHOTRA, 2001; LAVILLE & DIONNE, 1999 apud OLIVEIRA, 2011, p. 27). Assim, com a utilização deste método de pesquisa que engloba ambas, pesquisa qualitativa e quantitativa, após a aplicação dos questionários as informações coletadas foram analisadas e estruturadas por meio de uma análise textual descritiva e exposição de alguns gráficos com os resultados das respostas, para assim se alcançar os objetivos da presente pesquisa.

4. RESULTADOS ALCANÇADOS E DISCUSSÕES

Diante do exposto, apresenta-se neste tópico os resultados da pesquisa de cunho quali-quantitativa, realizada com a exposição de alguns dos gráficos das respostas coletadas e análise descritiva destes. Foi aplicado o questionário para um total de 70 alunos, sendo 56 da modalidade integrada e 14 da modalidade subsequente, em que se pôde compreender de maneira geral as percepções dos alunos acerca da utilização do Cisco Packet Tracer, além da coleta de algumas sugestões de melhora.

Para a averiguação das percepções dos alunos e coleta das sugestões, foram feitas algumas perguntas sobre o que os alunos achavam da utilização do simulador nas aulas, o nível de auxílio do simulador na compreensão da matéria pelos alunos, quais pontos negativos e positivos podiam ser identificados, além de uma pergunta na qual os alunos foram convidados a avaliar de maneira geral o simulador e também sugerirem opções de melhora.

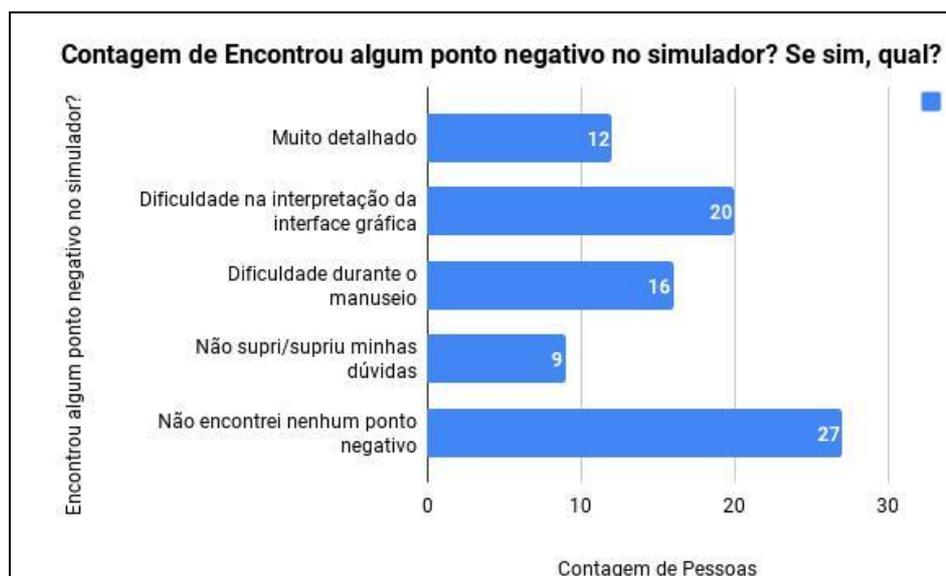
Por meio da análise dos resultados do questionário, foi percebido que a maioria dos alunos considera a utilização do simulador algo muito bom e necessário,

em que quase 95% do total de respostas se classificaram entre Muito Bom e Bom, refletindo como a aceitação do simulador é positiva e bem vista pelos alunos.

Outra informação notada está relacionada com o auxílio ou não do simulador na compreensão dos conteúdos da matéria de Redes de Computadores. Neste caso, mais de 97% do total de respostas foram positivas, reverberando a importância da utilização do simulador no processo de ensino-aprendizagem, sendo muitas vezes um facilitador da apreensão do conteúdo pelo aluno.

Para se analisar de uma perspectiva mais geral e subjetiva, foi questionado também quais os pontos negativos identificados pelos alunos, no simulador. Apesar das avaliações positivas observadas em outros questionamentos, neste caso, os resultados se mostraram mais equilibrados. Aproximadamente 50% do total de respostas se classificaram como negativas à existência de pontos negativos, sendo na outra metade apontados pelos alunos algumas desvantagens durante o processo de utilização, principalmente com relação ao manuseio e à interface gráfica do software, podendo-se apreender que apesar de eficiente na função de simular uma realidade virtual, ainda apresenta déficits que podem ser estudados para se buscar soluções e assim ajudar ainda mais aos alunos, como mostra na figura 1.

Figura 1 - Encontrou algum ponto negativo no simulador? Se sim, qual?

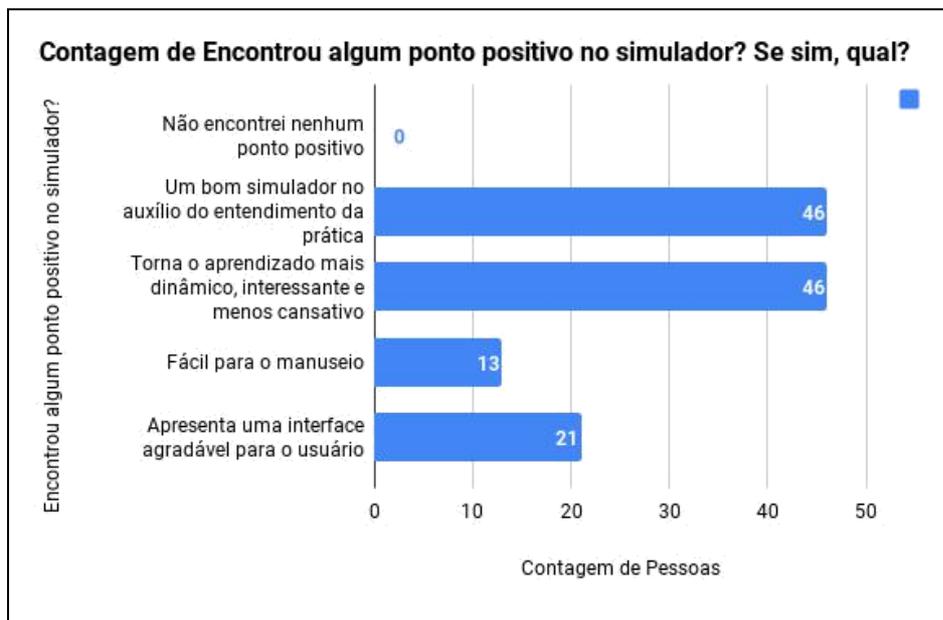


Fonte: Autores

Da mesma forma que foram questionados sobre pontos negativos, os alunos também foram questionados sobre quais os pontos positivos encontrados por eles,

no simulador, em que na maioria das respostas se refletiu o auxílio do simulador no processo de apreensão dos conteúdos, principalmente do ponto de vista prático, ou seja, por ser um método de ensino diferente e inovador os alunos se mostraram mais interessados em aprender, fugindo dos métodos de ensino padrões que tornam muitas vezes as aulas ociosas, despertando maior interesse dos alunos e também maior facilidade em absorver o conteúdo ministrado, apesar, da falta de instrumentos específicos da área para a realização de práticas, mostrado na figura 2.

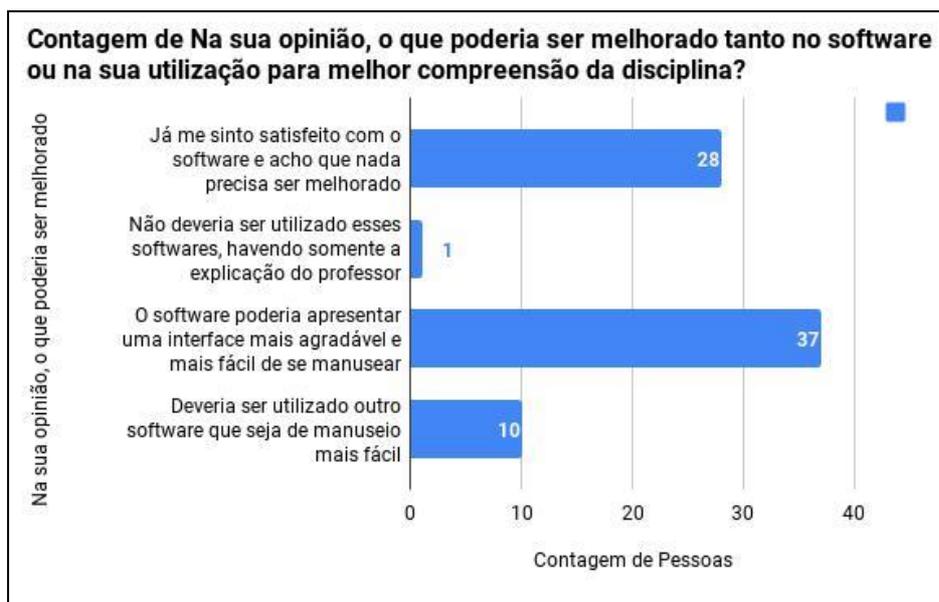
Figura 2 - Encontrou algum ponto positivo no simulador? Se sim, qual?



Fonte: Autores

Quando questionados sobre o que achavam que poderia ser melhorado no software, as respostas também se dividiram, em que cerca de metade dos alunos afirmaram estar satisfeitos com o software sem necessidade de mudanças e já a outra parte sugeriu que a interface poderia ser alterada para se tornar ainda mais fácil o manuseio, e conseqüentemente mais fácil a compreensão dos processos práticos simulados. Mais uma vez, entrando em questão essa desvantagem do simulador relacionada à interface, algo de destaque que reflete a necessidade de melhoria neste ponto, ilustrado na figura 3.

Figura 3 - Na sua opinião, o que poderia ser melhorado tanto no software ou na sua utilização para melhor compreensão da disciplina?



Fonte: Autores

A fim de termos uma visão mais geral da percepção dos alunos, que englobasse tanto suas avaliações de pontos negativos como positivos, foi proposto que estes dessem uma nota ao simulador em que se obteve como média a nota 8, refletindo mais uma vez que, do ponto de vista geral, a maioria dos alunos avalia de maneira positiva e proveitosa a utilização do Cisco Packet Tracer no Campus Mossoró, uma ferramenta nova e não convencional utilizada no processo de ensino aprendizagem, mas que vem se mostrando eficaz.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do que foi discutido ao longo desse trabalho, foi possível perceber o quanto a utilização de um simulador computacional é importante numa instituição de ensino, quando bem direcionado por um docente, já que proporciona aos alunos um ótimo entendimento da prática. No entanto, percebe-se, também, que é necessário o conhecimento por parte do professor para a existência deste tipo de prática que não é muito comum.

A análise quali-quantitativa dos questionários aplicados para a realização dessa pesquisa revelou que os alunos se sentem muito satisfeitos com o simulador

e que a sua utilização ajuda na apreensão dos conteúdos, mas que além disso torna as aulas menos ociosas sendo uma ferramenta importantíssima no processo de ensino-aprendizagem que é muito precário, principalmente no Brasil.

Outra informação bastante relevante nas respostas é a de que, apesar de ser muito eficiente, o simulador apresenta alguns pontos que precisam ser melhorados, principalmente no que diz respeito à interface gráfica e ao manuseio do simulador, um ponto que precisa ser avaliado e melhorado pelo professor para que o nível de conhecimento dos alunos só possa aumentar.

Por fim, é possível concluir dizendo que, na visão dos alunos do curso de Informática dos 3º e 4º anos do nível técnico-integrado do IFRN - Campus Mossoró, juntamente com os alunos do nível técnico subsequente, o simulador desempenha um importante papel para a apreensão dos conteúdos da matéria de Redes de Computadores, já que de acordo com a realidade do Campus não é possível ter uma estrutura física presente. No que se refere às vantagens e desvantagens, a avaliação positiva prevalece sobre a negativa, porém como é algo novo e está em processo de aperfeiçoamento deve-se atentar aos pontos fracos e assim ter um melhor desempenho.

Diante do que foi exposto, espera-se ter contribuído de maneira positiva para a compreensão de o quanto é importante a utilização de simuladores no processo de ensino-aprendizagem, sendo ferramentas de ensino muito eficientes, ganhando grande relevância no diz respeito ao âmbito do ensino da matéria de Redes. Uma prática que não deveria se restringir somente ao Campus Mossoró, como também a todos os outros Campus do IFRN como um todo, que ofertam o curso de Informática e possuem a disciplina de redes na grade curricular, pois, como todos vivenciam a mesma realidade, teria-se um importante efeito e função, contribuindo de forma direta na boa formação dos profissionais pela instituição.

Referências

CISCO NETWORKING ACADEMY (EstadosUnidos). **Cisco Packet Tracer**. 2010. Disponível em: <http://www.cisco.com/c/dam/en_us/training-events/netacad/course_catalog/docs/Cis_o_PacketTracer_AAG.pdf>. Acesso em: 02 de agosto de 2017.

- GOMES, Antônia Camila de Araújo. **O papel da biblioteca na formação do leitor: Uma análise das práticas de leitura junto aos alunos do curso de edificações do IFRN-Campus Mossoró.** 2017. 18 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Educação e Contemporaneidade, IFRN - Campus Mossoró, Mossoró, 2017.
- LACANALLO, L. F. *et al.* **Métodos de ensino e de aprendizagem: uma análise histórica e educacional do trabalho didático.** Disponível em: <http://www.histedbr.fe.unicamp.br/acer_histedbr/jornada/jornada7/_GT4%20PDF/M%C9TODOS%20DE%20ENSINO%20E%20DE%20APRENDIZAGEM%20UMA%20AN%C1LISE%20HIST%D3RICA.pdf>. Acesso em: 15 de março de 2017.
- OLIVEIRA, Maxwell Ferreira de. **Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em Administração.** Catalão: UFG, 2011. 72 p.
- SANCHES, V. J. C. **Tecnologia para inovações na didática do ensino: Um Estudo de Caso: Lousa Eletrônica.** Disponível em: <<http://www2.dc.uel.br/nourau/document/?down=742>>. Acesso em: 03 de julho de 2017.
- ZARAGOZA, C. A. R.; SILVA, E. V. N. **A informática e a construção do conhecimento: Interfaces Possíveis e Prática Pedagógica.** São Paulo: Universidade Taubaté, 2008.

Análise dos conteúdos de Física moderna e contemporânea presentes em quatro coleções de livros didáticos aprovadas no PNLEM 2009 e nos PNLDS 2012, 2015 e 2018

Jonas Guimarães Paulo Neto

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - Campus Sobral
(jonasgui1@hotmail.com)

Antônio Nunes de Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - Campus Sobral
(nunesifsobral@gmail.com)

Marcos Cirineu Aguiar Siqueira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - Campus Maracanaú
(mcirineu@gmail.com)

Resumo: Considerando a crescente discussão iniciada no final do século passado sobre a inserção de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, as pesquisas da área têm indicado a necessidade desses conteúdos no currículo da Educação Básica e nos livros didáticos. A presente pesquisa busca verificar como tais conteúdos são apresentados em quatro coleções aprovadas no PNLEM 2009 e nos PNLDS 2012, 2015 e 2018. A partir de uma pesquisa qualitativa realizada por meio de um estudo bibliográfico, análise de livros do Ensino Médio e trabalhos publicados na área, investigou-se como tais conteúdos são apresentados nos livros aprovados e como ocorreram as mudanças em suas atualizações, tencionando saber quais temas vêm sendo contemplados e de que forma são apresentados. Os resultados mostram que tópicos de Física Moderna e Contemporânea aparecem predominantemente no final do volume 3 de cada coleção e que, em algumas delas, foram suprimidos alguns temas no decorrer de suas atualizações. As mudanças mais significativas ocorreram na atualização das coleções do PNLEM 2009 para o PNLD 2012, período em que foram realizadas as principais adequações, visando ao Exame Nacional do Ensino Médio.

Palavras-chave: Física Moderna e Contemporânea; Ensino Médio; PNLD, Livro Didático.

Analysis of modern and contemporary Physics contents in four paper collections approved in PNLEM 2009 and PNLD'S 2012, 2015 and 2018

Abstract: Considering the growing debate begun at the end of the last century on the insertion of contents of Modern and Contemporary Physics in High School, the researches of the area which have successively indicated the necessity of the presence of this type of content in the basic education curriculum and the importance of the textbook, this research seeks to verify how such contents are presented in four collections approved in PNLEM 2009 and in PNLD's 2012, 2015 and 2018. Through a qualitative research carried out through a bibliographic study, analysis of high school books and published works in the area, we investigate how such contents are presented in the approved books and how the changes occurred in their successive updates aiming to know what themes are being contemplated and how they are presented. The results show that topics of Modern and Contemporary Physics appear predominantly at the end of volume 3 of each collection and that in some of them some were suppressed in the course of their updates. The most significant changes occurred in the updating of the PNLEM 2009 collections for PNLD 2012 during which time the main adjustments were made for the National High School Examination.

Key-words: Modern and Contemporary Physics, High School, PNLD, Didactic Book.

INTRODUÇÃO

Em nosso Ensino Básico, a Física é geralmente ensinada em apenas um semestre nos anos finais da primeira etapa e ao longo dos três anos da segunda etapa, sendo geralmente dividida em tópicos: Mecânica, Física Térmica, Ondas, Óptica e Eletromagnetismo. Essa sequência é a mesma na maioria dos livros e manuais didáticos utilizados no Brasil. Recentemente, conteúdos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) têm sido adicionados aos livros e, mediante novas pesquisas na área, têm surgido diversas propostas de ensino. Porém, o que se observa é que tais conteúdos estão, em sua maioria, ausentes das salas de aula na Educação Básica.

Tradicionalmente, a Física é dividida de acordo com três grandes fases: a Física Clássica, a Física Moderna e a Física Contemporânea. A Física Clássica, que compreende as teorias clássicas da Mecânica, Termodinâmica e Eletromagnetismo, fundamenta-se principalmente nos trabalhos desenvolvidos por cientistas como Kepler (1571 – 1630), Galileu (1564 – 1642), Newton (1643 – 1727), Carnot (1796 – 1832), Gauss (1777 – 1855), Faraday (1791 – 1867), Ampère (1775 – 1836) e Maxwell (1831 – 1879). Já a Física Moderna, que tem origem nas tentativas de se explicar as assimetrias detectadas entre as teorias clássicas ou entre elas e os experimentos, surge a partir dos trabalhos revolucionários de cientistas como Max Planck (1858 – 1947) e Albert Einstein (1879 – 1955). Seus trabalhos, publicados entre 1900 e 1916, nos levaram, entre outras coisas, a questionar sobre como a energia estaria distribuída no espaço (quantização) e trouxeram novas compreensões a respeito do tempo, do espaço, da massa e da energia. Finalmente, a Física Contemporânea, por sua vez, fundamenta-se nos principais resultados da Física Moderna e inclui assuntos como o teletransporte quântico, bóson de Higgs e as ondas gravitacionais.

Ostermann e Moreira (1998), a partir de uma técnica de consulta conhecida como Delphi, tentaram estabelecer junto à comunidade brasileira de professores e pesquisadores em ensino de Física os temas de FMC que poderiam estar presentes no Ensino Médio (EM). Tais autores concluíram que tópicos como: Efeito Fotoelétrico, Átomo de Bohr, Leis de Conservação, Radioatividade, Forças Fundamentais, Dualidade Onda-Partícula, Fissão e Fusão Nuclear, Origens do Universo, Raio-X, Metais e Isolantes, Semicondutores, Laser, Supercondutores,

Partículas Elementares, Relatividade Restrita, Big-Bang, Estrutura Molecular e Fibras Ópticas poderiam ser contemplados no currículo.

Ao falarmos sobre a inserção da FMC no EM, devemos levar em consideração o livro didático que chega às escolas públicas, uma vez que este cumpre um papel decisivo ao subsidiar o trabalho do professor em sala de aula e, neste contexto, caracteriza-se como um elemento norteador do ensino-aprendizado. Devido a sua importância, surgiram diversos estudos voltados para análise da qualidade do livro didático, em meio aos quais podemos destacar aquele que é realizado pelo Ministério da Educação (MEC) por meio do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD), que tem a responsabilidade de selecionar as possíveis obras com perfis para serem utilizadas pelas escolas públicas brasileiras.

Antes do PNLD, o Plano Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) é que fazia essa análise. Hoje, esse último é um desdobramento do PNLD, sendo instituído pela Resolução CD FNDE nº. 38, de 15/10/2003 (BRASIL, 2003) e inserido nele, de modo que, atualmente, utiliza-se apenas PNLD para designar o sistema de análise e distribuição de livros didáticos nas escolas públicas.

Os Guias produzidos para o EM são os documentos elaborados pelo PNLD que contêm as análises das coleções dos livros didáticos de todas as disciplinas desse nível. Os Guias de Física, portanto, discorrem sobre a Física no EM, os critérios utilizados na avaliação das coleções e apresentam as resenhas da análise das coleções aprovadas no programa, as quais estarão à disposição do professor para que ele faça a sua própria análise e escolha a que julgar mais adequada à sua realidade e necessidade. As resenhas estão organizadas em quatro seções:

Visão Geral, que faz uma breve apresentação da coleção, destacando os elementos que melhor a identificam; Descrição da obra, que apresenta a estrutura geral da coleção, as diferentes seções que a compõem e a organização dos conteúdos trabalhados; Análise da obra, destacando aspectos da proposta didático-pedagógica da coleção, da organização do conteúdo abordado e do Manual do Professor, além de eventuais ressalvas e outros elementos pertinentes à coleção em análise; e Em sala de aula, que oferece algumas orientações práticas ao professor para o desenvolvimento dos conteúdos e atividades propostos pela coleção. (BRASIL, 2017, p. 8)

Embora os livros que chegam ao EM sejam analisados pelo PNLD, quem seleciona um entre os aprovados são os professores atuantes em cada escola, assim, é importante que eles estejam cientes das necessidades educacionais atuais

e capacitados a realizar uma análise crítica dos livros, percebendo qual se enquadra no perfil do estudante que se pretende formar. Para Sales (2014, p. 55), “é muito importante incluir na formação dos professores (e aqui a defesa vale tanto para a formação inicial como a continuada) uma discussão sobre os livros didáticos”.

Segundo Moraes e Guerra (2013), já no início dos anos 2000, os temas de FMC se faziam presentes na maioria dos livros didáticos, indicando, no mínimo, a intenção em incluí-los nas aulas de Física. Porém, o fato de esses conteúdos serem colocados, em sua maior parte, nos capítulos finais dos volumes 3 dos livros, após o estudo dos temas mais tradicionais da Física Clássica, e de forma muito sucinta, não contribui com as abordagens dos professores que seguem rigorosamente o livro texto. Isso porque eles costumam se deparar com dois problemas persistentes: a falta de tempo para incluir mais um conteúdo no seu planejamento já tão extenso, e a sensação de falta de preparo para lidar com o tema.

A forma como os conteúdos de Física são apresentados na maioria dos livros acarreta o distanciamento dos alunos com relação à discussão de temas atuais, haja vista que os conteúdos de FMC, que são, geralmente, a única alternativa para elucidar os temas que estão em debates na atualidade e que despertam a curiosidade dos estudantes, costumam ser trabalhados apenas no último volume dos livros e de uma forma excessivamente resumida e rápida.

Ao comparar o estágio atual de desenvolvimento científico e tecnológico com a situação do ensino de Física nas escolas do EM, percebe-se por meio de uma análise superficial do currículo desse nível que, embora estejamos vivendo no século XXI e que muitas descobertas relevantes e construções revolucionárias tenham sido concretizadas desde o final do século XIX, as nossas escolas continuam com um currículo onde a Física ensinada é predominantemente (quase que exclusivamente em algumas escolas) aquela desenvolvida anteriormente ao século XX. Nesse ínterim, afloram os questionamentos: os livros didáticos corroboram no sentido de possibilitar a inserção de FMC no EM? Como eles costumam estruturar os conteúdos de Física a serem ensinados pelo professor?

Frente a esses questionamentos, tendo em vista a importância do livro didático no ambiente escolar e considerando a necessidade da inclusão de tópicos de FMC no EM, pretende-se realizar uma análise das coleções destinadas a esta etapa de ensino com foco naquelas que foram aprovadas no PNLEM 2009 e nos PNLDS 2012, 2015 e 2018, de forma a observar quais tópicos vêm sendo

contemplados, verificar se suas abordagens favorecem a introdução de FMC em sala de aula e comparar as abordagens textuais com as propostas indicadas na literatura pelos pesquisadores da área, as quais estão intrinsecamente ligadas à essa problemática e visam orientar a implementação desses conteúdos.

METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como um estudo exploratório de abordagem qualitativa, diante do objetivo de discutir tendências e opiniões parcialmente contempladas pela literatura, e se realiza mediante a análise do volume 3 dos livros de Física aprovados no PNLEM do ano de 2009 e no PNLD dos anos 2012, 2015 e 2018 acerca da introdução de tópicos de FMC no EM.

Foram pesquisados os volumes 3 de quatro das principais coleções de Física dedicadas ao EM. Com base na literatura do tema de pesquisa, os tópicos de FMC se encontravam dispostos exclusivamente em tais volumes, os últimos livros das coleções destinadas aos alunos desse nível de ensino. O critério utilizado foi que a mesma coleção a ser analisada tivesse sido aprovada nos últimos quatro programas nacionais que se destinam a esse fim, o PNLEM 2009, e os PNLD's 2012, 2015 e 2018. Após uma busca em escolas públicas e na internet, foram encontrados os quatro livros (volume 3) de quatro coleções com essa característica. Dessa forma, foram analisados 16 livros ao todo. Algumas coleções sofreram alteração no nome e/ou na editora, bem como alguns autores foram incluídos ou excluídos. Entretanto, foram consideradas as mesmas coleções didáticas visto que esses fatores não ocasionaram mudanças que lhes fizessem parecer diferentes, ou seja, continuaram com sua essência própria.

A análise dos livros foi feita com o intuito de observar quais conteúdos de FMC estão presentes nas coleções, como se deu a introdução desses temas ao longo de suas atualizações, a opinião dos autores acerca dessa inserção e as características de cada coleção ao tratar esses tópicos, como a contextualização do conteúdo, a utilização de figuras ilustrativas ou quadros adicionais e a indicação de experimentos e vídeos didáticos, bem como se os livros instigam a curiosidade dos estudantes. Os exercícios também foram levados em consideração, tanto a quantidade quanto a forma como são apresentados, abertos, sem itens para marcar,

ou objetivos, com itens de marcar. Foram elaborados quadros para facilitar a visualização dos resultados encontrados.

O PNLEM 2009 e os PNLD's 2012, 2015 e 2018 foram tomados como referência para a análise do volume 3 de cada coleção devido à sua grande importância para a manutenção da educação do país, avaliando, indicando e distribuindo livros didáticos de qualidade para as escolas públicas. Segundo Mota (2018), o mais importante do PNLD é que “esse material tem sido o grande orientador dos professores na condução de suas aulas na educação básica”. Portanto, como os Guias são elaborados pelos programas, preferiu-se tomá-los como base para realizar a análise dos livros, contrastando com as observações feitas sobre a abordagem de FMC e os trabalhos de autores com o mesmo enfoque. Nesse sentido, a análise crítica e aprofundada do conteúdo de tais Guias foi deixada para uma próxima pesquisa.

É muito importante a elaboração desses Guias pelo governo, para que todos os professores da rede pública possam ter acesso a uma avaliação feita por professores de Física com experiência na área. Esses documentos, além das resenhas dos livros, contêm todos os critérios utilizados na análise das coleções. Dessa forma, o professor se depara com bons livros de Física e com uma síntese de suas abordagens. A última edição do Guia, PNLD 2018 (BRASIL, 2017), além disso, contém também um espaço para discutir o ensino de Física no EM, discorrendo sobre assuntos como a contextualização prática aplicada no ensino de Física, a resolução de problemas, atividades experimentais, atividades investigativas e a utilização de recursos computacionais.

Como não há um consenso entre os autores das coleções de livros didáticos acerca de quais tópicos de FMC devem estar presentes nos livros, foi utilizada a lista elaborada por Ostermann e Moreira (1998) citada anteriormente, pois não foi encontrado nenhum outro trabalho com esse objetivo, e considerou-se, além disso, a importância da pesquisa dos autores para o tema.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Haja vista a discussão acerca da presença de tópicos de FMC nos livros didáticos de Física destinados ao EM, apresenta-se, em seguida, a análise de quatro coleções que estão presentes do PNLEM 2009 e PLND's 2012, 2015 e 2018.

Compreendendo a Física – Alberto Gaspar - Editora Ática

Esta coleção está presente no EM desde o PNLEM 2009, com o mesmo autor e editora. Na edição do PNLEM 2009, o livro se chamava Física, volume único. Já nas edições do PNLD 2012, PNLD 2015 e PNLD 2018, a coleção é composta de três volumes e é intitulada Compreendendo a Física, sendo 1ª, 2ª e 3ª edição, respectivamente.

A edição Física (GASPAR, 2005a) é dividida em quatro unidades: Mecânica; Ondas e Óptica; Termodinâmica e Eletromagnetismo. O conteúdo de FM é abordado no último capítulo e não é vinculado a nenhuma das unidades anteriores. No catálogo do PNLEM 2009 não há informações sobre a presença ou não da FM nessa obra. O manual do professor ressalta que o livro apresenta um panorama da Física atual construída no século XX. Trata-se de uma breve abordagem com algumas ideias que o autor considera mais relevantes para o EM (DOMINGUINI, 2012). O autor defende enfaticamente a inserção da FM no EM:

É muito importante que o professor tente apresentá-lo aos seus alunos. A inexistência de qualquer referência à física moderna no Ensino Médio é tão absurda como insustentável. Não é possível que se ensine uma ciência com uma desatualização de quase 150 anos. (GASPAR, 2005b, p. 4)

Para ele, o fato de serem ideias difíceis de se compreender ou haver necessidade de uma matemática avançada não são argumentos razoáveis para excluir esse conteúdo do EM. Ainda segundo ele, qualquer conteúdo de Física pode tornar-se complexo o bastante dependendo da abordagem utilizada. Compreende que o professor precisa dispor-se e enfrentar seus medos para que a FM possa ser inserida no EM.

Nas edições do PNLD 2012 (GASPAR, 2011), PNLD 2015 (GASPAR, 2013) e PNLD 2018 (GASPAR, 2017) são reservados três capítulos para a FMC, chamados: “Relatividade”, “As origens da Física Quântica” e “A nova Física”, passando a

abordar tais conteúdos com a mesma forma e importância que os de Física Clássica. A partir da 2ª edição, o livro passou a ser dividido em unidades, nas quais esses três capítulos compõem a unidade intitulada “Física Moderna”. As unidades se iniciam com um texto introdutório sobre um dos motivos a partir dos quais se justifica uma “nova Física”. Nas três edições, os capítulos possuem um breve texto falando sobre obras literárias de divulgação científica relacionadas ao estudo de FMC, observações e consequências do estudo em questão. Segundo Maximiniano, Cardoso e Domingui (2013), quando fizeram uma análise das coleções de Física do PNL 2012, além de três capítulos situados no final do volume 3, o autor da coleção analisada traz diversos textos sobre a FM nos demais volumes. Eles acrescentam, ainda, que é evidente a evolução na abordagem dos conteúdos de FM pelo autor, quando comparados aos programas PNLEM 2009 e PNL 2012. Esses textos são importantes para que a FMC tome espaço nos demais volumes, no entanto, ainda têm caráter complementar. Os volumes 1 e 2 ainda não reservam tópicos ou capítulos para tratar realmente desses assuntos.

No primeiro capítulo, que aborda a Teoria da Relatividade, um subtópico foi adicionado na 2ª e na 3ª edição, o qual trata de aspectos históricos sobre a vida do cientista Albert Einstein e percebe-se nele a inserção de novos textos, sendo que um deles é referente à Relatividade Geral. Já no fim do capítulo, há um quadro chamado “Atividade Prática”, que sugere uma atividade e ensina o passo a passo, com ajuda de ilustrações, como realizá-la. Entretanto, apenas na 1ª edição há cinco páginas chamadas “Conhecendo um pouco mais...” com conhecimentos e informações que complementam o processo de ensino e aprendizagem. As ilustrações são praticamente as mesmas nas três edições.

Para o Guia do PNL 2012, a inserção da FM feita pelo autor se demonstra satisfatória. Entretanto, há uma exceção que é “o tratamento dado ao conceito de simultaneidade, apresentado como uma impossibilidade, na introdução ao tratamento da relatividade restrita, quando seria mais apropriado ressaltar seu caráter relativo” (BRASIL, 2011, p. 31).

Dentro do segundo capítulo, percebe-se que, na última edição, não há um certo tópico, chamado “O enigma do espectro da radiação térmica”, presente nas duas edições anteriores. Além disso, nessa edição a quantidade de exercícios resolvidos e propostos aos alunos é reduzida. Um ponto muito importante nesse capítulo é que, nas duas últimas edições, há várias biografias pequenas dos

cientistas que foram importantes no desenvolvimento da FQ, distribuídas ao longo do capítulo. Na 1ª edição é reservado o quadro “Conhecendo um pouco mais...” para falar sobre eles. No final de cada capítulo da 1ª edição há um quadro chamado “Atividades” que expõe o mesmo experimento do quadro “Atividade Prática” das outras duas edições. Segundo o Guia do PNLD 2018, “há um destaque para as atividades práticas, que estão presentes ao final de cada capítulo e cumprem com suas finalidades essenciais” (BRASIL, 2017, p. 40). Em síntese, alguns textos mudaram de lugar ou nome durante o capítulo e a 1ª edição contém um tópico e também exercícios a menos que a 2ª e 3ª edições.

No último capítulo, a 1ª e 2ª edições têm dois tópicos a mais que a 3ª edição, que são “O nêutron e o pósitron” e “O núcleo atômico e a energia nuclear”, enquanto na 1ª não consta o subtópico “A descoberta dos Quarks”, presente nas duas mais recentes. As duas últimas edições contêm vários quadros com informações complementares e não há atividade prática proposta na 3ª edição, concluindo que nesse capítulo a 2ª edição é mais completa quanto ao conteúdo.

Nos três capítulos da 1ª edição há questões de vestibular propostas para os estudantes fazerem, já nas outras edições esses exercícios estão presentes apenas no último capítulo do livro. Os exercícios são praticamente os mesmos nos três capítulos das três edições, porém a última edição possui menos questões resolvidas e propostas. Ao longo dos capítulos, há um boxe chamado “Conexões” que, segundo o Guia do PNLD 2015, “busca estabelecer relações com outras disciplinas do currículo escolar” (BRASIL, 2014, p. 34). Para o Guia, a obra “contempla de forma equilibrada o conjunto de conhecimentos da Física, apresentando os conteúdos tradicionais e com uma boa exposição da Física Moderna” (BRASIL, 2014, p. 36).

Percebe-se que, ao longo das atualizações dos livros, alguns tópicos são inseridos e outros são excluídos, além do que as mudanças mais significativas foram da edição do PNLEM 2009 para o PNLD 2012. Outro ponto de destaque é a inserção de informações complementares nas últimas atualizações, complementando o conteúdo dos capítulos. As atividades práticas também recebem bastante atenção do autor, reforçando a experimentação nas aulas de Física. Deste modo, observa-se que a postura dele é favorável à inserção da FMC no EM, pois reservou espaço para esses conteúdos dentro da sua obra. Entretanto, ressalta-se

que mais temas de FMC poderiam estar presentes nos livros, já que essa área da Física não se restringe apenas ao estudo das TR e da FQ.

Física Interação e Tecnologia – Gonçalves Filho e Toscano – Editora Leya

As coleções destes autores estão presentes no EM desde o PNLEM 2009, porém houve alterações na editora e nos nomes das coleções. Essas alterações, contudo, não afetaram a essência do trabalho, que teve visível continuidade. As obras do PNLEM 2009 e do PNLD 2012 foram lançadas pela Scipione na 1ª edição cada. No primeiro programa, a coleção se chamava Física (GONÇALVES FILHO; TOSCANO, 2007) e, no segundo programa, se chamava Física e Realidade (GONÇALVES FILHO; TOSCANO, 2011). Já nas edições do PNLD 2015 e PNLD 2018, a editora é Leya, possuindo 1ª e 2ª edições, e ela passa a se chamar Física Interação e Tecnologia (GONÇALVES FILHO; TOSCANO, 2013, 2016).

A edição do PNLEM 2009 não apresenta em seu índice nenhuma menção a um capítulo, unidade, apêndice ou anexo específico para a FM. A obra é em volume único e está dividida em três grandes unidades: Mecânica; Física Térmica e Óptica; Eletricidade e Magnetismo. Na versão estudante do livro, o autor faz uma menção à FM na introdução do livro, expondo a Física como uma ciência em transformação que investiga os fenômenos da natureza, sendo que, no campo da pesquisa, relaciona-se diretamente com as demais ciências naturais, como a Química, a Astronomia e a Biologia (DOMINGUINI, 2012). Segundo o catálogo do PNLEM 2009, “os elementos da Física Contemporânea são distribuídos ao longo da obra, relacionando-os aos conteúdos tratados” (BRASIL, 2008, p. 56). Porém, Dominguini (2012) atesta que tal menção se encontra na seção “Texto e Interpretação”, de leitura complementar.

A partir da edição do PNLD 2012, as coleções passaram a ser divididas em 3 volumes. Em todas, é reservado o último capítulo, que é equivalente à uma unidade, para falar sobre FMC, intitulado “Tópicos de Física Moderna”, e é dividido em quatro tópicos, equivalentes aos capítulos, havendo mudança apenas na nomenclatura de alguns, continuando a mesma essência, sendo eles, na última atualização: “Uma nova maneira de compreender o mundo físico”, “A física moderna e as novas tecnologias”, “Da radioatividade às radioterapias” e “O núcleo atômico”.

A coleção Física e Realidade traz em todos os capítulos dos três volumes da coleção uma seção intitulada “Texto e interpretação”, que consiste de um texto seguido de questões, no qual os autores expõem de que maneira o assunto estudado no capítulo sofreu alterações após o surgimento da FM. Além do mais, explicam mais detalhadamente como os princípios da Física, recém-estudados, são aplicados em aparatos tecnológicos (MAXIMINIANO CARDOSO; DOMINGUINI, 2013).

Para Maximiliano, Cardoso e Dominguini (2013), em relação à obra de 2012, percebe-se uma evolução na forma de estruturar os conteúdos de FM pelos autores, notando-se uma postura favorável à inserção desse conteúdo no EM. Entretanto, alguns aspectos básicos da FM devem ser abordados por meio de outras fontes, pois tal conteúdo não se encontra disponível no livro didático.

Analisando os capítulos de FM das últimas três edições, pode-se perceber que as mudanças não foram significativas, mas apenas nas duas últimas edições do PNLD há um novo subtópico chamado “O surgimento da Física Quântica”, no restante, há apenas algumas diferenças na estruturação dos textos e figuras. Há exercícios resolvidos e propostos no final dos capítulos e os “Exercícios de revisão”, encontrados no final do desenvolvimento dos capítulos para reforçar a aprendizagem dos conteúdos.

No decorrer dos capítulos, há alguns quadros que complementam o conteúdo, como: “Algo a +”, que são boxes de leitura para ampliar os conteúdos tratados, e “Texto e Interpretação”, que são boxes que abordam aspectos históricos, controvérsias científicas e contexto social da produção de conhecimento. No fim de cada capítulo há um quadro chamado “Na Internet”, com indicações de sites que contemplam conteúdos, simuladores e vídeos que podem ser trabalhados on-line, e no final de cada livro um outro quadro chamado “Projetos”, que tem como objetivo contextualizar e integrar os temas da Física com as demais disciplinas.

Segundo o Guia do PNLD 2015 (BRASIL, 2014, p. 74), a “estrutura diferencia-se dos livros didáticos convencionais. Por exemplo, conteúdos de Física Moderna são tratados ao longo de todos os volumes e os conceitos de dinâmica antecedem e são privilegiados em relação aos de cinemática”. Já para o Guia do PNLD 2018 (BRASIL, 2017):

A obra contempla e apresenta de forma adequada conhecimentos usualmente classificados como de Física Moderna e

Contemporânea, os quais se encontram quase inteiramente reunidos no último capítulo do volume III. No entanto, ainda que de forma bastante pontual, algumas ideias da Física Moderna aparecem em inserções da seção Texto e interpretação presentes nos demais volumes. (BRASIL, 2017, p. 68)

Constata-se que, assim como na coleção anterior, as principais mudanças nessa coleção são referentes à passagem da edição do PNLEM 2009 para o PNLD 2012, mostrando que os autores são favoráveis à introdução de temas de FMC no EM, os quais trazem conteúdos complementares de FM durante os 3 volumes. É interessante citar a estrutura da coleção quanto à divisão entre unidades e capítulos, além da troca na ordem de alguns conteúdos que classicamente vêm nos livros. Contudo, a abordagem feita pelos autores não se assemelha às de outras coleções didáticas, pois elas não trazem com detalhes os tópicos mais comuns, Relatividade e FQ, focando numa abordagem mais geral, conceitual e voltada para as transformações ocorridas após o desenvolvimento da FMC, bem como para as suas aplicações tecnológicas.

Física: Contexto e Aplicações – Máximo, Alvarenga e Guimarães – Editora Scipione

Esta coleção foi sofrendo mudanças na sua nomenclatura durante os programas e houve a inclusão de um novo autor. Está presente no EM desde o PNLEM 2009, com o nome Física (MÁXIMO; ALVARENGA, 2005). No PNLD 2012, o nome mudou para Curso de Física (MÁXIMO; ALVARENGA, 2011) e no PNLD 2015 para Física Contexto e Aplicações (MÁXIMO; ALVARENGA, 2014), sendo esta última renovada para a 2ª edição para o PNLD 2018 (MÁXIMO; ALVARENGA; GUIMARÃES, 2016). A grande diferença entre as coleções se dá entre a edição do PNLEM 2009 e todas as outras.

Na edição do PNLEM 2009 é reservado o último capítulo do volume 3 para falar um pouco sobre FMC, intitulado de “A nova Física”, o qual é composto pelos tópicos: Uma visão panorâmica; O mundo do muito pequeno – Quais são as partículas elementares; O mundo do muito grande; e O mundo das estruturas complexas. Trata-se de um capítulo curto, com apenas 11 páginas, no qual, segundo Domingui (2010), os autores apresentavam a FM como um assunto complementar à formação regular.

Nas últimas três edições é reservada uma unidade para abordar tópicos de FMC, em consonância com o posicionamento de Domingui (2010), sendo iniciada por um breve texto introdutório do conteúdo nas edições do PNL 2015 e 2018 e possuindo um capítulo, chamado “Teoria da Relatividade e Física Quântica”. Como introdução do capítulo, as duas edições do Física Contexto e Aplicações possuem um pequeno texto, diferentes em ambas, mas na 2ª edição não há mais um tópico chamado “Uma visão panorâmica”, que consiste de um resumo do que será visto no decorrer do capítulo.

Justificando esse novo posicionamento, os autores afirmam, por exemplo, que a apresentação de tópicos de FM, como nanociência e cosmologia, tem por objetivo preparar o aluno para se posicionar em relação a essas pesquisas, tanto em termos de financiamento público como em relação à importância delas para sua realidade (MÁXIMO; ALVARENGA, 2010). Embora apresente esse conteúdo estruturado nos capítulos finais de sua obra, os autores também trazem os textos de FM dispersos ao longo dos três volumes. Tal informação é evidenciada pelo Guia do PNL 2012, ressaltando que

assuntos relativos à Física Moderna e Contemporânea são abordados em vários momentos da obra e, com exclusividade nos dois capítulos finais do 3º volume. É o caso, por exemplo, da energia relativística tratada no 1º volume; de conceitos envolvidos no estudo da radiação do corpo negro e dos espectros atômicos, abordados no 2º volume; e de conteúdos sobre quantização de carga elétrica e sobre transistores tratados no 3º volume. (BRASIL, 2011, p. 36)

A edição Curso de Física possui oito tópicos que não estão presentes nas duas edições seguintes, sendo eles: O fóton; Ideias básicas da Física Quântica; Princípios básicos da Física Quântica; Barreiras de potencial; A Nova Física; O mundo do muito pequeno – as partículas elementares; O mundo muito grande e O mundo das estruturas complexas, e ainda mais dois no apêndice: Relatividade Especial e Física Quântica. Em contrapartida, as edições do PNL 2015 e 2018 possuem subtópicos não comuns com a do PNL 2012, sendo eles: O “paradoxo” dos gêmeos; Nota sobre o conceito de massa e Massa de um feixe de luz. Ainda no fim da 1ª edição do Física Contexto e Aplicações, há, em um quadro, um tópico suplementar e mais dois subtópicos, que fazem parte dos oito que foram citados anteriormente. Outro ponto de destaque da coleção Curso de Física é que ela possui várias biografias, embora curtas, de físicos importantes sobre o assunto que esteja sendo tratado no decorrer do capítulo.

Há vários quadros nos livros, como Física no Cotidiano, que são aplicações dos conceitos e leis em contextos do dia a dia, presentes na coleção Curso de Física, Física no Contexto, que são leituras complementares, e Aplicações da Física, que são aplicações tecnológicas, ambos presentes nas duas edições da coleção Física Contexto e Aplicações. Algumas informações estão presentes nos três livros, porém, em quadros diferentes.

Na edição do PNLD 2012, há um quadro com exercícios de fixação no decorrer do capítulo. Nas outras duas, mais recentes, os exercícios com esse propósito estão em um quadro chamado “Verifique o que Aprendeu”. No final do capítulo dos livros há mais exercícios e sugestões de experiências e há também, nas edições do PNLD 2015 e 2018, dois grandes quadros, chamados “Integrando... o fazer ciência ao mundo moderno”, relacionando com outras áreas do conhecimento, e “Infográfico”, que é apresentado no final de cada unidade.

A coleção analisada teve suas principais mudanças quando passou de Física para Curso de Física, embora na primeira versão os autores já tratassem, mesmo que com caráter complementar, de assuntos de FMC. Através das mudanças, é possível inferir a posição deles em relação ao ensino de FMC no EM, que se mostraram favoráveis a tal prática. A inserção e exclusão de alguns tópicos também foi percebida, principalmente da edição do PNLD 2012 para o PNLD 2015 e 2018. Os autores fazem um bom estudo da Relatividade e da FQ, bastante conceitual e considerando, especialmente, os aspectos teóricos que envolvem esses conteúdos, bem como a Física anterior a tais teorias e os problemas existentes que precederam seus surgimentos.

Física Ciência e Tecnologia – Torres, Ferraro, Soares e Penteado – Editora Moderna

Desde o PNLEM 2009 (PENTEADO; TORRES, 2005) esta coleção está presente no EM, havendo algumas alterações nos autores ao longo dos anos. Em todas as edições é reservada uma unidade para a FM. Na 1ª edição, que faz parte do PNLEM 2009, a unidade é composta de três capítulos, a saber: Relatividade Especial, Física Quântica e Física Nuclear. O Guia do PNLEM 2009 (BRASIL, 2008) ressalta que:

Diferentemente do usual em textos didáticos de física para o Ensino Médio, a obra dá destaque à física moderna, dedicando a ela um espaço que corresponde mais que o dobro daquele dedicado, por exemplo, à cinemática. [...] não é apresentada como um apêndice, mas sim recebe toda uma unidade didática. (BRASIL, 2008, p. 27)

Os autores destacam, como objetivo do ensino da FM, permitir ao aluno a compreensão da dilatação temporal e da contração do espaço, as condições em que ocorre o efeito fotoelétrico, os postulados de Bohr sobre a estrutura da matéria e os mecanismos que explicam a radioatividade. Também apresentam uma seção denominada Aplicação Tecnológica para ressaltar que os conteúdos contidos no livro não estão distantes da realidade do aluno.

Nas outras três edições (TORRES; FERRARO; SOARES, 2010; TORRES *et al.*, 2013, 2016), a unidade é composta de quatro capítulos, que são: Relatividade Especial, Física Quântica, Física Nuclear e Tecnologia das Comunicações. No primeiro capítulo, pode-se perceber uma redução de alguns tópicos comparando a 2ª, 3ª e 4ª edição, do PNLD 2012, PNLD 2015 e PNLD 2018, respectivamente, e a adição de apenas um novo tópico que introduz o capítulo das últimas duas edições. Na 4ª edição, não há mais os tópicos “Transformações Galileanas”, “Relatividade de Newton” e “Breve descrição da experiência de Michelson e Morley”. Apesar das três últimas edições terem o nome “Relatividade Especial”, todas têm o último tópico do capítulo intitulado “Noções de Relatividade Geral”.

O aprofundamento dado pelos autores a esse conteúdo, comparando aos demais livros, é de qualidade superior e enfoca uma abordagem temática e interdisciplinar. Entretanto, o Guia, tomado aqui como ponto de partida para a análise, faz uma crítica à complexidade dos conteúdos, em que afirma que o tratamento dado a ele é “superior àquele que seria desejável para o Ensino Médio, assim se torna necessário que o professor faça adequações quanto à abordagem desses capítulos, tendo em vista o contexto de desenvolvimento de suas turmas” (BRASIL, 2011, p. 47). O Guia também afirma que a FM recebe uma abordagem temática e interdisciplinar e realça questões ambientais, o que “propicia condições para que os alunos tenham elementos para se posicionar frente aspectos emergentes na contemporaneidade, particularmente os relativos à poluição ocasionada pelo uso de diferentes fontes de energia” (BRASIL, 2011, p. 47). Segundo Maximiliano, Cardoso e Dominghini (2013), percebe-se que a FM é

tratada com a mesma importância dada aos demais conteúdos, o que deixa claro que os autores defendem sua inserção no EM.

No segundo capítulo, Física Quântica, as alterações são mais relativas ao texto e figuras, havendo melhorias na 3ª e 4ª edições, em comparação à 2ª. Em contrapartida, aquelas não possuem mais o tópico sobre semicondutores, diodos e transistores. No terceiro e último capítulos, as mudanças também são referentes ao texto e figuras, havendo trocas da nomenclatura dos tópicos, por exemplo. Porém, na 4ª edição, não há mais o tópico sobre o fax, que foi muito utilizado antes da popularização do e-mail.

No que tange aos exercícios, houve a adição de algumas novas questões ao longo das edições e uma reestruturação nas suas posições. No decorrer dos capítulos, há quadros chamados “O que diz a mídia!” e “Aplicação Tecnológica” que complementam o livro. E no fim dos capítulos, há o “Navegue na Web”, com links da internet sobre alguns assuntos, e o “Sugestões de leitura”, com sugestões de textos que complementam o conhecimento.

Observa-se que, desde o PNLEM 2009, os autores mostram-se favoráveis à inserção de tópicos de FMC no EM, reservando uma unidade composta de 3 capítulos para o estudo desses temas e, posteriormente, expandindo esse número para 4 capítulos. Tal fato não foi percebido nas outras coleções analisadas. Além disso, percebeu-se também uma diminuição dos conteúdos à medida que o livro foi sendo atualizado. No entanto, a coleção também se destaca por ser bem mais conteudista que as outras, trazendo mais carga teórica em seus capítulos e um enfoque maior para as equações matemáticas que embasam as teorias. Na última edição, presente no PNLD 2018, a unidade Física Moderna e Contemporânea é composta por 96 páginas, apresentando-se como a coleção que mais reservou espaço, dentre as analisadas, para abordar conteúdos de FMC, e também se destaca por tal unidade possuir pouco mais que a metade do espaço que é destinado ao estudo do Eletromagnetismo, que é o conteúdo mais abordado no volume 3 das coleções didáticas de Física.

Análise dos dados das coleções didáticas

O quadro 1 abaixo contém os capítulos de FMC nas coleções analisadas.

Quadro 1 - Conteúdos de FMC das obras analisadas.

COLEÇÃO	CAPÍTULOS			
	PNLEM 2009	PNLD 2012	PNLD 2015	PNLD 2018
Compreendendo a Física	-	Relatividade	Relatividade	Relatividade
		Origens da Física Quântica	Origens da Física Quântica	As origens da Física Quântica
		A nova Física	A nova Física	A nova Física
Física Interação e Tecnologia	-	Um novo paradigma	Uma nova maneira de compreender o mundo físico	Uma nova maneira de compreender o mundo físico
		A Física Moderna que podemos encontrar no laser, na cultura e no entretenimento	A Física Moderna e as novas tecnologias	A Física Moderna e as novas tecnologias
		Da bomba atômica à radioterapia	Da radioatividade às radioterapias	Da radioatividade às radioterapias
		O núcleo atômico	O núcleo atômico	O núcleo atômico
Física Contexto e Aplicações	A nova Física	Teoria da Relatividade e Física Quântica	Teoria da Relatividade e Física Quântica	Teoria da Relatividade e Física Quântica
Física Ciência e Tecnologia	Relatividade Especial	Relatividade Especial	Relatividade Especial	Relatividade Especial
	Física Quântica	Física Quântica	Física Quântica	Física Quântica

Fonte: Dados da pesquisa.

Como pode-se perceber, a Teoria da Relatividade e Física Quântica estão presentes em quase todas as obras. Entretanto, há temas que estão presentes na lista feita por Ostermann e Moreira (1998), como Origens do Universo, Semicondutores, Supercondutores, Partículas Elementares e Radioatividade, que são pouco contemplados ou não aparecem nos livros, os quais poderiam contribuir para a formação do aluno que está em conexão com o mundo em que vive. É importante acrescentar que os conteúdos de FC são, na maioria, os mesmos nas coleções analisadas, mostrando que as editoras e autores concordam em quais temas de FC devem figurar os livros.

Para que haja a inserção de FMC no EM, não é necessário excluir temas de FC considerados menos importantes, pois por mais que alguns tenham sido descobertos há muitos anos, a Ciência está em constante construção, o que justifica seu ensino. Os conteúdos de FMC podem ser inseridos em momentos oportunos

durante o 1º ou 2º ano do EM, não havendo a necessidade de esperar o último bimestre do 3º ano para serem ensinados. Tal fato é um dos fatores que mais contribui para que não haja espaço para ensinar esses assuntos. Não se pretende deixar os professores do EM sobrecarregados de conteúdos para ensinar e nem desmerecer outros assuntos da Física, o que se defende aqui é que haja uma definição de quais conteúdos devem constar neste nível de ensino e quais as melhores metodologias para uma inserção significativa. Além disso, uma maior igualdade entre os conteúdos de FC e FMC e que estes últimos sejam melhor distribuídos nos três volumes das coleções de livros didáticos, não sobrecarregando o fim do volume 3 que é usado no 3º do EM, viabilizando assim que sua inserção se dê durante todos os três anos do EM.

Quando as mesmas coleções são comparadas com suas edições do PNLEM 2009, pôde-se constatar, a partir da análise feita, que algumas obras traziam temas de FMC em seus livros, mas que eram bem diferentes entre si e não recebiam a mesma atenção que os outros conteúdos, como por exemplo: a coleção *Compreendendo a Física*, que apresenta conteúdos de Física Moderna em seu último capítulo, sem vínculo com as unidades anteriores, deixando claro o caráter complementar dado pelo autor, a qual nem mesmo o Guia do PLNEM 2009 cita que contém esses assuntos; e a coleção *Física: Contexto e Aplicações*, que contemplou tópicos acerca das partículas elementares, da física dos corpos de grande massa e de estruturas complexas. A coleção *Física Ciência e Tecnologia* destacou-se possuindo três capítulos que versam sobre a Relatividade Especial, Física Quântica e Física Nuclear.

Com o intuito de comparar as coleções analisadas quanto à quantidade de exercícios, elaborou-se também uma tabela com o quantitativo de exercícios propostos aos alunos e exercícios resolvidos que cada coleção apresenta nos capítulos que contemplam FMC. Não foram consideradas as eventuais questões que estão nos quadros complementares. A tabela 1 mostra os resultados, em que 'P' representa a quantidade de exercícios propostos e 'R' a quantidade de exercícios resolvidos.

Tabela 1 - Quantitativo de exercícios nas coleções nos capítulos de FMC.

COLEÇÃO	QUANTIDADE							
	PNLEM 2009		PNLD					
	P	R	2012		2015		2018	
P			R	P	R	P	R	
Compreendendo a Física	0	0	48	16	40	20	21	8
Física Interação e Tecnologia	0	0	23	2	36	3	41	5
Física: Contexto e Aplicações	15	0	56	0	19	0	12	0
Física Ciência e Tecnologia	77	16	107	15	70	16	66	13

Fonte: Dados da pesquisa.

Os exercícios resolvidos, quando existem, são distribuídos ao longo dos capítulos ou, quando todos os exercícios são postos no fim do capítulo ou da unidade, eles também o são. Quanto à forma, se objetivos ou abertos, e local (posicionamento) dos exercícios propostos aos estudantes, elaborou-se um quadro para sintetizar os resultados, como observado a seguir no quadro 2.

Quadro 2 - Forma e local dos exercícios resolvidos nos capítulos de FMC das coleções.

COLEÇÃO	FORMA	LOCAL
Compreendendo a Física	Grande parte abertos	Decorrer dos capítulos e final da unidade
Física Interação e Tecnologia	Objetivos e abertos	Final dos capítulos e da unidade
Física: Contexto e Aplicações	Grande parte objetivos	Decorrer e fim do capítulo
Física Ciência e Tecnologia	Grande parte abertos	Decorrer e fim dos capítulos

Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se que a coleção Física Ciência e Tecnologia traz mais exercícios que as outras, tanto resolvidos como propostos, dando mais oportunidade aos alunos de testarem seus conhecimentos adquiridos, já a coleção Física: Contexto e Aplicações não possui exercícios resolvidos, impossibilitando os alunos a visualização dos procedimentos de resolução de questões problema. Verificou-se também que a maioria das coleções analisadas distribui os exercícios no decorrer dos capítulos, facilitando o aprendizado, pois os conhecimentos vão sendo adquiridos e testados por meio das questões à medida que se desenrola a leitura do texto.

Constatou-se que apenas a coleção Física Interação e Tecnologia tem uma quantidade balanceada de questões abertas e fechadas (objetivas) e as outras três possuem mais de um ou de outro. Considera-se aqui que o mais apropriado seria quantidades próximas entre as duas formas, pois, com os exercícios abertos, o alunado pode expressar-se com suas próprias palavras para tentar responder o problema, melhorando sua desenvoltura na medida em que se esforça para responder corretamente, à sua maneira. Já com exercícios objetivos (de múltipla

escolha), eles têm a oportunidade de treinar o estilo de questões que são cobradas na maioria dos vestibulares do país.

Outro ponto observado é que a maioria das coleções diminuem a quantidade de exercícios e tópicos à medida que vão sendo atualizadas, isso permite questionar sobre quais motivos os levam os autores a assumir tal atitude. É certo que o tempo disposto para as aulas de Física do EM é pouco, duas aulas semanais na rede pública de ensino, visto à grande quantidade de conteúdos que estão previstos para esse nível de ensino, mas considera-se exercícios como uma boa forma de colocar o conhecimento adquirido em prática e, assim, os estudantes podem tentar resolvê-los fora de sala de aula. Nesse caso, quanto mais problemas, levando em consideração o nível e a qualidade, melhor para a fixação do aprendizado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a realização desse trabalho, foi feita uma análise de quatro coleções didáticas de Física presentes no PNLEM 2009 e nos PNLDS 2012, 2015 e 2018. Teve como objetivo geral verificar como os tópicos de FMC estão presentes nos livros, bem como aferir as mudanças ao decorrer de suas atualizações. Para sua concretização, foram pesquisados, em escolas públicas e na internet, os volumes 3 de quatro coleções didáticas de Física que foram aprovadas nos programas citados, utilizando os Guias de cada plano como ponto de partida para a análise crítica de cada obra.

Através da análise das coleções didáticas de Física, pôde-se perceber que não há conteúdos de FMC pré-definidos para estarem presentes nos livros, o que ocasiona riqueza de tópicos em umas coleções e outras não e, além disso, eles acabam concentrados no final dos volumes 3 das coleções.

Os tópicos relacionados à Teoria da Relatividade Restrita e à Física Quântica são os que mais aparecem nos livros analisados. Entretanto, segundo a lista elaborada por Ostermann e Moreira (1998), há vários outros tópicos que poderiam ser abordados nesse nível de ensino, mas que não são contemplados pelos livros textos. Embora haja pesquisas elencando quais temas são possíveis de se ensinar no EM, não há um consenso entre as editoras e autores sobre quais tópicos devem figurar nos livros, acarretando uma carência de assuntos pertinentes à compreensão

do mundo atual, o que pode comprometer aspectos relevantes da formação dos estudantes. Quando se analisa quais tópicos de Física Clássica estão presentes nos livros, percebe-se que todas as coleções tratam dos mesmos conteúdos, ou seja, há uma definição de quais assuntos de Física Clássica devem ser ensinados no EM. Tal fato revela-se como motivador de estruturação, por parte das editoras e autores, sobre quais tópicos são apropriados para esse nível de ensino e devem estar contidos nos livros, assim como o traçado de métodos e técnicas de inserção.

Outro ponto de destaque é que nem sempre as atualizações das edições dos livros didáticos ocasionam melhorias no sentido de aprimorar os conteúdos, posto que, no decorrer das atualizações, alguns tópicos de FMC perdem espaço nos livros. Não se objetiva aqui afirmar que essa perda de conteúdos é negativa, pois alguns conteúdos podem ser enxugados ou não são mesmo necessários seu estudo nos livros, no entanto, tal fato conduz a questionamentos acerca de quais fatores levam à sua exclusão, uma vez que outrora foram considerados pertinentes. Contudo, as coleções analisadas realizam uma boa abordagem dos conteúdos expostos, fazendo recortes históricos e sugerindo materiais complementares que dão suporte ao ensino, propondo experimentos que facilitam o processo de ensino-aprendizagem desses tópicos e introduzindo-os de forma contextualizada, com algumas ressalvas feitas pelos Guias dos PLNDs anteriormente citados. Além disso, observou-se também que, com exceção da coleção Física Ciência e Tecnologia, as outras 3 coleções analisadas tiveram suas principais mudanças na transição das edições do PNLEM 2009 para o PNLD 2012, sendo que, nesse último, os autores mostraram-se favoráveis quanto ao ensino de FMC no nível médio.

É relevante salientar que alguns livros que tratam de Física Clássica no ensino superior já trazem conteúdos de FMC, como por exemplo, o volume 1 da coleção dos autores Alonso e Finn, que trata sobre a Mecânica de Newton, contém Relatividade Restrita. Portanto, como os volumes 1 e 2 das coleções trazem assuntos de Física Clássica, tradicionalmente, essa tendência que começou a ser implantada nesse nível de ensino também é aplicável no EM, inserindo tópicos de FMC nesses volumes.

É importante ressaltar ainda a necessidade da introdução de tópicos de FMC nos demais volumes das coleções como uma forma de contextualizar os conteúdos e transmitir a noção de uma Física não fragmentada e não estagnada no tempo. Estes aspectos ficam claros durante o estudo das Teorias da Relatividade e da

Mecânica Quântica. Essa contextualização pode ser feita de diversas formas, sobressaindo-se o método utilizado pela coleção Física Interação e Tecnologia, o qual dispõe de um quadro intitulado “Texto e interpretação” que discorre sobre como o assunto estudado no capítulo sofreu alterações com o surgimento da FM.

Observou-se que o fato de os tópicos de FMC estarem, quase sempre, concentrados nos últimos capítulos dos livros didáticos pode vir a deixá-los de fora das aulas durante o EM, dado que a carga horária é pequena e há uma grande diversidade de conteúdos propostos nos planos curriculares dos livros. Dessa forma, sugere-se que a introdução da FMC seja pontual, inserindo os temas nas três séries do EM sempre que houver uma relação com os conteúdos de Física Clássica, onde essa relação pode variar de acordo com o assunto ou a metodologia que o professor julgar mais efetiva. Além disso, propõe-se a criação de aulas interdisciplinares para que alguns temas sejam tratados por mais de uma disciplina, promovendo a interdisciplinaridade e contextualização nas escolas, ao passo que constrói uma imagem unificada da Ciência. Ademais, é preciso também que seja revista a carga horária da disciplina de Física no EM, pois mesmo que não sejam ensinados os tópicos de FMC, duas aulas semanais têm sido insuficientes para que todos os assuntos de Física previstos nos documentos oficiais sejam ensinados de forma significativa. Desta forma, para que a inserção de FMC seja relevante, necessita-se de mais aulas de Física no EM.

Soma-se a isso, a inexistência de questões do Enem relacionadas a esses tópicos, uma vez que ele é o principal meio de ingresso no ensino público superior e que as escolas, de um modo geral, visam prioritariamente o ingresso dos seus alunos nas instituições públicas do país. Tal fato pode estar relacionado com o questionamento citado anteriormente, visto que, embora os autores reconheçam a importância da inclusão de FMC no EM e tenham tendência a incluí-la em suas coleções, o que transparece é a intenção de serem sucintos em sua abordagem, pois esses conteúdos não serão cobrados no principal vestibular do país, que é adotado pela maioria das universidades públicas.

Considerando o caráter incessante da pesquisa por novos conhecimentos, sabe-se da importância do preenchimento de suas lacunas e propõem-se aqui sugestões de continuação, tais como:

- Análise de todas as coleções presentes no PNLEM 2009 e nos PNLDs 2012, 2015 e 2018 quanto aos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea, buscando uma melhor adequação do conteúdo para a Educação Básica;
- Pesquisar quais mudanças quanto ao estudo de FMC podem ser consideradas como motivos da retirada de algumas coleções do PNLD ao longo de suas edições;
- Elaborar minuciosamente uma lista com todos os tópicos que estão na lista proposta por Ostermann e Moreira (1998) e nos livros aprovados, pelo menos, no PNLD 2018, visto que esse é o plano mais recente e é a referência atual das escolas brasileiras.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. **Física: Catálogo do Programa Nacional do Livro do Ensino Médio – PNLEM 2009**, Brasília, 2008.

_____. **Guia de livros didáticos: PNLD 2012 - Física**. Brasília: MEC/SEB, 2011.

_____. **Guia de livros didáticos: PNLD 2015 - Física**. Brasília: MEC/SEB, 2014.

_____. **Guia de livros didáticos: PNLD 2018 - Física**. Brasília: MEC/SEB, 2017.

_____. Ministério da Educação. Resolução CD/FNDE nº 38, de 15 de outubro de 2003. **Diário oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, n. 38, 11 out. 2003. Seção?, p. 123-154.

DOMINGUINI, Lucas. Física moderna no Ensino Médio: com a palavra os autores dos livros didáticos do PNLEM. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 2502, jun. 2012.

GONÇALVES FILHO, A.; TOSCANO, C. **Física**. 1. ed. Scipione: São Paulo, 2007. 3 v.

_____. _____. **Física e realidade**. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2011. 3 v.

_____. _____. **Física Interação e Tecnologia**. 1. ed. São Paulo: Leya, 2013. 3 v.

_____. _____. **Física Interação e Tecnologia**. 2. ed. São Paulo: Leya, 2016. 3 v.

FORQUIN, J. C. **Escola e Cultura: As bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar**. Tradução Guacira Lopes Louro. 1993. 208 f. *Artes Médicas*, Porto Alegre, 1993.

GASPAR, A. **Física. 1.** ed. São Paulo: Editora Ática, 2005a. v. único.

_____. **Física: manual do professor.** In: GASPAR, Alberto. *Física. 1.* ed. Livro do Professor. São Paulo: Editora Ática, 2005b. v. único.

_____. **Compreendendo a Física. 1.** ed. São Paulo: Ática, 2011. 3 v.

_____. **Compreendendo a Física. 2.** ed. São Paulo: Ática, 2013. 3 v.

_____. **Compreendendo a Física. 3.** ed. São Paulo: Ática, 2017. 3 v.

JÚNIOR, M. R. F.; CRUZ, F. F. S. **Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: do consenso de temas à elaboração de propostas.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. *Atas...* 2003.

MARTINS, V. R.; LEITE, C. **Proposta curricular do estado de São Paulo: uma análise da contextualização sócio-cultural no tema da Física Moderna e Contemporânea.** In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19., 2011, Manaus. *Atas...* 2011.

MAXIMINIANO, J. R.; CARDOSO, L.; DOMINGUINI, L. **Física Moderna nos Livros Didáticos: um contraponto entre o PNLEM 2009 e o PNLD 2012.** *VIDYA*, Santa Maria, v. 33, n. 1, p. 97-115, jan./jun. 2013.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Física. 1.** ed. São Paulo: Scipione, 2005. 3 v.

_____. _____. **Manual do Professor.** In: MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. *Curso de Física.* Livro do Professor, São Paulo: Scipione, 2010. 3 v.

_____. _____. **Curso de Física. 1.** ed. São Paulo: Scipione, 2011. 3 v.

_____. _____. **Física: Contexto & Aplicações. 1.** ed. São Paulo: Scipione, 2014. 3 v.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. GUIMARÃES, Carla. **Física: Contexto & Aplicações. 2.** ed. São Paulo: Scipione, 2016. 3 v.

MORAIS, A.; GUERRA, A. **História e a filosofia da ciência: caminhos para inserção de temas de física moderna no estudo de energia na primeira série do Ensino Médio.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 35 n. 1 p. 1502, fev. 2013.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOTA, H. PNLD 2018: **Principais Mudanças no Programa do Livro Didático. Brasil Escola.** Disponível em:
<<https://educador.brasilecola.uol.com.br/politica-educacional/pnld-2018->

principais-mudancas-no-programa-livro-didatico.htm>. Acesso em: 25 abr. 2018.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A.; **Tópicos de Física Contemporânea na Escola Média: um Estudo com a Técnica Delphi**. In: Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física, 6., 1998, Florianópolis. *Atas...*1998.

PENTEADO, P. C. M.; TORRES C. M. A. **Física: Ciência e Tecnologia**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2005. 3 v.

SALES, N. L. L. **Problematizando o ensino de Física Moderna e Contemporânea na formação continuada de professores: análise das contribuições dos três momentos pedagógicos na construção da autonomia docente**. 2014. 217 f. Tese de Doutorado – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

TORRES, C. M. A.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. de T. **Física: Ciência e Tecnologia**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2010. 3 v.

TORRES, C. M. A. *et al.* **Física: Ciência e Tecnologia**. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2013. 3 v.

_____. _____. **Física: Ciência e Tecnologia**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2016. 3 v.

Promoção da saúde e higiene em berçário

Graciane Regina Pereira

Instituto Federal Santa Catarina (IFSC)
(gracianerp@ifsc.edu.br)

Rosana Regina Batista Poli

(rosana.poli@hotmail.com)

Marcelo Alberto Elias

Instituto Federal do Paraná (IFPR)
(marcelo.elias@ifpr.edu.br)

Resumo: A Educação Infantil passa a ter respaldo legal e pedagógico a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação. Os espaços para essa fase etária, como os Centros de Desenvolvimento Infantil - CDIs, devem superar a dicotomia entre o cuidar e o educar, com propostas pedagógicas que busquem a formação integral da criança. Esse estudo, realizado em um Centro de Desenvolvimento Infantil de Gaspar (SC), buscou promover a conscientização das educadoras do berçário (crianças de 0 a 1 ano) sobre higiene e saúde. A pesquisa, um estudo de caso, se configurou como qualitativa, exploratória, realizada por meio de aplicação de questionários e observações. A maior parte dos respondentes avaliou como bom os aspectos de higiene no ambiente de trabalho. A formação inicial para trabalhar especificamente com bebês e a formação continuada para os cuidados com higiene e saúde não ocorreu com todos os envolvidos. Realizou-se uma roda de conversa, com participação de uma enfermeira e de uma médica, registrando os pontos mais significativos para o grupo e, posteriormente, elaborou-se uma proposta de cartilha informativa. Percebeu-se que a realização do projeto sensibilizou os educadores e equipe gestora para a importância da temática saúde e higiene em berçário. As ações em um CDI vão além do cuidar, o aspecto educativo deve ser priorizado, por meio de propostas pedagógicas sistematizadas e profissionais preparados.

Palavras-chave: Higiene; Berçário; Promoção da saúde; Educação infantil.

Promotion of health and hygiene in nursery

Abstract: Early Childhood Education now has legal and pedagogical support from the "Lei de Diretrizes e Bases da Educação" (Law of Guidelines and Bases of Education). The school environment for this age phase, such as the Child Development Centers (ICDs) must overcome the dichotomy between care and education with pedagogical proposals that seek the integral formation of the child. This study, conducted at a Child Development Center located at Gaspar (SC), aimed to promote the awareness of nursery children (aged 0 to 1 year-old) educators about hygiene and health. This qualitative, exploratory research, a case study, was based on the application of questionnaires and on observations. Most respondents rate hygiene in their workplace as satisfactory. Initial training to work specifically with babies and continuous training for hygiene and health care was not attended by everyone involved. A conversation session was held with the participation of a nurse and a doctor and the most significant points for the group were registered and later a proposal for an information booklet was elaborated. It was noticed that the realization of the project has drawn educators and the management team attention to the importance of health and hygiene in nursery. The actions in an ICD go beyond caring; the educational aspect must be prioritized through systematized pedagogical proposals and prepared professionals.

Keywords: Hygiene; Nursery; Health promotion; Child education.

INTRODUÇÃO

A função social da Educação Infantil compreende duas ações indissociáveis: cuidar e educar. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, aprovada em 1996 (Lei nº 9.394/96), regulamenta a educação infantil como primeira etapa da educação básica, sendo sua finalidade o desenvolvimento integral da criança em seus aspectos cognitivo, afetivo, físico e social, complementando a ação da família (GASPAR, 2010).

Assim, para atender às mães que cada vez mais se inserem no mercado de trabalho e às exigências legais, surge a demanda de atendimento de crianças por instituições especializadas. Essas instituições, como espaço de convívio social e coletivo, precisam de um funcionamento adequado, proporcionando um ambiente seguro e saudável (BARBOSA; AFONSO, 2011). São as conhecidas creches.

Apesar dos cuidados, crianças em centros de desenvolvimento infantil (CDIs) têm riscos de adquirir infecções, associadas às características ambientais e à maior suscetibilidade devido aos hábitos que facilitam a disseminação de doenças, como levar as mãos e objetos à boca, contato interpessoal muito próximo e imaturidade do sistema imunológico (WEISS, 1999).

Várias atitudes e procedimentos são necessários para que o atendimento de bebês, no caso de 0 a 1 ano, seja mais seguro e saudável. Uma sala de berçário limpa e higienizada é necessária para o acolhimento dessas crianças. A entrada e saída de várias pessoas neste espaço sem o cuidado com o calçado, trazendo sujeiras para onde as crianças se arrastam e colocam os brinquedos que estão no chão à boca, por exemplo, foi uma das situações que motivaram a pesquisa.

O objetivo do trabalho foi entender o contexto e promover a conscientização sobre a saúde e higiene em ambiente de berçário, auxiliando na formação continuada de servidores em um Centro de Desenvolvimento Infantil de Gaspar (SC). Para realização da pesquisa utilizou como instrumentos: revisão bibliográfica, aplicação de questionários, roda de conversa e elaboração de uma cartilha.

Quanto ao caráter, tratou-se de pesquisa exploratória, com revisão bibliográfica para embasar a elaboração do questionário e a análise e discussão dos resultados. De acordo com Gil (2010, p. 43), “as pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos”.

Quanto ao método, foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica, fundamentando-se em material já publicado, como livros, revistas, artigos e teses (GIL, 2010). O autor cita como vantagem o fato de permitir acesso aos mais diversos assuntos e fenômenos para o desempenho da pesquisa, muito mais amplo do que aquela que poderia pesquisar diretamente.

O procedimento adotado para a coleta de dados foi o estudo de caso, que se refere ao tipo de pesquisa focado em casos reais, obtendo os dados através de procedimentos de pesquisa de campo, mediante análise rigorosa e apresentado por meio de relatórios ou gráficos (SEVERINO, 2007).

Em relação ao delineamento, a pesquisa teve caráter qualitativo. Os dados foram analisados de forma descritiva tendo como base a visão contextual do problema a ser compreendido.

1. EDUCAÇÃO INFANTIL

No Brasil, a faixa etária de 0 a 6 anos de idade, intenso período de formação humana, foi durante longo tempo considerada de modo superficial quanto ao reconhecimento e importância dos direitos das crianças na Educação Infantil. O direito à educabilidade foi um dos centrais, tanto na Constituição Federal de 1988, quanto na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) de 1996 (AMORIN; YAZLLE; FERREIRA, 2000).

Portanto, a Educação Infantil passa a ter seu respaldo legal e pedagógico que fundamentam sua importância. A LDB trata especificamente da Educação Infantil:

Art. 29. A educação infantil, primeira etapa da educação básica, tem como finalidade o desenvolvimento integral da criança até seis anos de idade, em seus aspectos físico, psicológico, intelectual e social, complementando a ação da família e da comunidade.

Art. 30. A educação infantil será oferecida em: I - creches ou entidades equivalentes, para crianças de até três anos de idade; II - pré-escolas, para as crianças de quatro a seis anos de idade I. (BRASIL, 1996, p. 01)

No contexto da Educação Infantil, as ações de cuidar e educar foram compreendidas por longo período da história como ações estanques. O cuidar, caracterizado por ações que envolviam higiene, alimentação e sono; o educar,

envolto às propostas pedagógicas ditas atividades dirigidas. Esta relação ou ações ficaram melhores compreendidas a partir das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil (BRASIL, 2009).

Por conta do contexto coletivo vivido no interior das instituições de educação infantil, as interferências do adulto concernentes à saúde e bem-estar e ao convívio com o meio devem ser consideradas. Especificamente das crianças de 0 a 3 anos, cujo sistema imunológico apresenta fragilidades em decorrência da pouca idade. No cotidiano das instituições, deve ser considerada e compreendida a saúde como a expressividade da vida, atrelado ao ser como um todo, inserido social e historicamente (WEISS, 1999).

No contexto familiar e na creche, os cuidados com as crianças perpassam pelo significado que os sujeitos envolvidos dão a este, interferem e conseqüentemente retratam seu olhar para saúde e higiene nas práticas realizadas (WEISS, 1999).

Deste modo, as ações de cuidar representam aspectos sociais para promover a saúde e também a educação das crianças. Portanto, não se podem desconsiderar os cuidados com a saúde enquanto se realiza uma proposta pedagógica, ou seja, há que se ter acesso ao conhecimento das áreas de saúde e pedagógicas para que na prática se consolide a função social da educação das crianças (MARANHÃO, 2010).

Nas instituições de educação Infantil, há que se ter conhecimento prévio de alguns cuidados básicos quanto à higiene local e pessoal. Neste caso, há que se ter na gestão e nas políticas públicas um comprometimento para garantir ao adulto responsável as possibilidades de formação contínua, bem como as parcerias com a secretaria de saúde do município (WEISS, 1999).

1.1 O papel do docente em sala de berçário

A Proposta Pedagógica para o atendimento da criança em creche (BRASIL, 1993) discorre sobre a identidade dos profissionais da educação infantil, utilizando o termo monitoras, e que essas deveriam passar grande parte de seu tempo e do tempo das crianças realizando atividades manuais, definindo que toda função exercida nas creches deva ter um caráter educativo, pois todas as pessoas que trabalham, direta ou indiretamente, com a criança, são educadores, independentemente de suas funções (MARAFON, 2013).

Nas creches ainda é significativo o número de profissionais sem formação escolar mínima. A Lei nº 9.394/96 dispõe no título IX, art. 87, § 4º que: até o fim da década da Educação somente serão admitidos professores habilitados em nível superior ou formados por treinamento em serviço (BRASIL, 1996). Isto significa que as diferentes redes de ensino deverão investir de maneira sistemática na capacitação e atualização permanente e em serviço de seus professores (sejam das creches ou pré-escolas), aproveitando as experiências acumuladas daqueles que já vêm trabalhando com crianças há mais tempo e com qualidade.

Liberato, Pottmaier e Jenichen (2017) apontam que as atividades do docente no berçário abrangem alimentação, troca de fraldas, atividades e repouso. Destaca ainda Oliveira (2010) *apud* Liberato, Pottmaier e Jenichen (2017, p. 05):

O cotidiano dessas unidades, enquanto contextos de vivência, aprendizagem e desenvolvimento, requer a organização de diversos aspectos: os tempos de realização das atividades (ocasião, frequência, duração), os espaços em que essas atividades transcorrem (o que inclui a estruturação dos espaços internos, externos, de modo a favorecer as interações infantis na exploração que fazem do mundo), os materiais disponíveis e, em especial, as maneiras do professor exercer seu papel (organizando o ambiente, ouvindo as crianças, respondendo-lhes de determinada maneira, oferecendo-lhes materiais, sugestões, apoio emocional, ou promovendo condições para a ocorrência de valiosas interações e brincadeiras criadas pelas crianças, etc.).

O Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil (BRASIL, 1998) destaca, ainda, que o trabalho direto do docente com crianças pequenas exige que o professor tenha uma competência polivalente, devendo trabalhar com conteúdo de natureza diversos que abrangem desde cuidados básicos essenciais até conhecimentos específicos provenientes das diversas áreas do conhecimento.

Na formação docente, a prática de medidas higiênicas tem como metas básicas instituir hábitos de cuidado com o corpo, garantir o estado de higidez e prevenir doenças.

Alves e Veríssimo (2007) identificaram em seu estudo que as professoras não usam conhecimento formal ao oferecer cuidados às crianças, e que se sentem inseguras ao lidar com as doentes. Apontam que há uma lacuna na formação dos profissionais em relação a essa competência.

A Prefeitura Municipal de São Paulo (2008) disponibilizou um Manual de Boas Práticas de Higiene e de Cuidados com a Saúde para Centros de Educação Infantil

(CEI), orientando os professores a adotarem medidas de prevenção simples que visam diminuir a transmissão de doenças. Ressalta ainda que a implantação desses cuidados de saúde e higiene pessoal tem influência direta na garantia das condições adequadas de saúde coletiva e individual nos CEIs. A implantação dessas medidas faz com que o risco de transmitir ou adquirir doenças torne-se muito baixo.

[...] as práticas de cuidado necessárias à manutenção e recuperação da saúde infantil só podem ser implementadas pelos cuidadores à medida que estes tenham sido capacitados para isso, o que torna evidente a necessidade de que a formação das educadoras de creches contemple esse componente do cuidado. (ALVES; VERÍSSIMO, 2007, p. 15)

Referencia Fontana (2008) que os Parâmetros Curriculares Nacionais constituem uma proposta educacional que busca orientar o desenvolvimento do trabalho educacional e estabelecer um currículo que seja capaz de atender às necessidades do aluno. Existem inúmeros conhecimentos que podem ser trabalhados voltados à vigilância em saúde, sugerindo as condições do ambiente, as relações de alimentação, as condições essenciais à manutenção da saúde, medidas de prevenção das doenças, entre outras.

Conforme as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil (BRASIL, 1998) e Vieira (2016), o cuidar faz parte da educação, devendo as necessidades das crianças serem observadas, ouvidas e respeitadas. A promoção da saúde está inclusa nessas necessidades atendidas pelo ato de cuidar, a partir de conhecimentos específicos sobre o desenvolvimento biológico, emocional e intelectual das crianças. Para que haja o desenvolvimento de ações de forma integrada, o professor precisa se comprometer com todas as crianças, estabelecendo um vínculo com elas para que consiga identificar suas necessidades e passe a priorizá-las, a ponto de atendê-las de forma adequada.

2. METODOLOGIA

O estudo foi realizado no ambiente de berçário, em um Centro de Desenvolvimento Infantil (CDI), localizado no município de Gaspar, em Santa Catarina.

A população desse estudo foi formada pelos colaboradores do Centro de Desenvolvimento Infantil. A amostra foi caracterizada pelos colaboradores que atuam nesta sala: duas professoras, duas auxiliares de professora, membros da equipe gestora (direção, coordenação e secretária) e os responsáveis pela limpeza (serventes).

As técnicas de coleta de dados foram: aplicação de questionário; realização de roda de conversa com a equipe escolar para ampliar os conhecimentos de promoção da saúde das crianças ou bebês; e elaboração de uma cartilha informativa, conforme descrito a seguir:

1. Elaboração do questionário: o questionário, com perguntas abertas, buscou levantar questões práticas do dia a dia do berçário, a fim de identificar as ações de higiene, o conhecimento dos profissionais e a promoção da saúde no ambiente. O questionário elaborado possuiu dez.
2. Aplicação do questionário: os profissionais que formaram a amostra foram convidados a participar do estudo na sala dos professores do local de estudo. A partir das explicações, decidiram, por livre e espontânea vontade, pela aceitação, ou não, em participar da pesquisa assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A aplicação ocorreu no CDI, após a jornada de trabalho.
3. Análise dos resultados do questionário: após a aplicação do questionário à amostra de colaboradores, os resultados foram analisados e interpretados. A análise teve como objetivo organizar e resumir os dados para possibilitar o fornecimento de respostas ao problema proposto para a investigação. Já a interpretação teve como objetivo a procura do sentido mais amplo das respostas, o que é feito mediante sua ligação a outros conhecimentos anteriores obtidos (GIL, 2010). Os resultados foram apresentados em quadros e figuras, além de textos explicativos. A identidade dos sujeitos participantes da pesquisa foi preservada, mantendo-os no anonimato.
4. Roda de conversa: foi realizada entre a amostra do estudo, uma médica e uma enfermeira do posto de saúde do bairro onde está localizado o Centro de Desenvolvimento Infantil. A médica explanou sobre cada dúvida oriunda da etapa anterior. As falas foram gravadas para posteriormente serem transcritas e analisadas. Utilizou-se a análise qualitativa através de análise de discursos. A roda de conversa ocorreu uma semana após o recolhimento dos

questionários respondidos, no período noturno, com duração de uma hora e trinta minutos.

5. Elaboração de uma proposta de ação para o Centro de Desenvolvimento Infantil: após a revisão bibliográfica e análise dos resultados da pesquisa, foi construída uma cartilha educativa que ficará no Centro de Desenvolvimento Infantil como instrumento de orientação para os funcionários.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Perfil dos respondentes

Com relação ao grau de instrução dos respondentes: 1 pessoa tem pós-graduação, 3 pessoas superior; 2 superior incompleto; 1 ensino médio completo; 1 ensino médio incompleto e 1 ensino fundamental completo. Os respondentes que possuem o superior completo estão concentrados nos cargos da área pedagógica e administrativa. Todos os respondentes são do sexo feminino.

Com relação à participação dos respondentes em formação inicial para o trabalho específico com bebês, 6 disseram não receber e 3 afirmaram que receberam formação inicial.

Considerando a formação continuada, 5 participantes afirmaram que não há formação continuada voltada para os cuidados necessários de higiene e saúde, e 4 apontaram que receberam formação continuada voltada para os cuidados necessários de higiene e saúde.

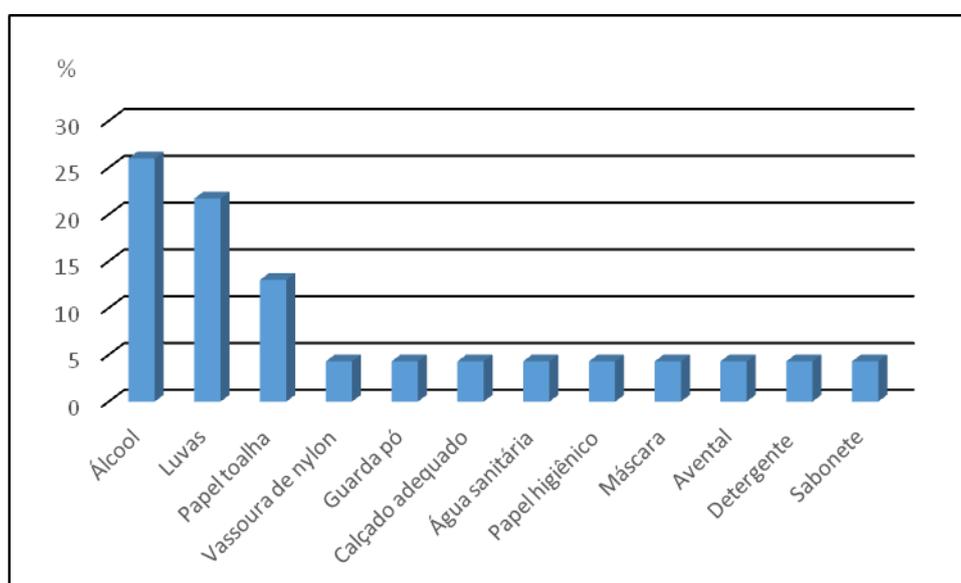
3.2 Percepção sobre as condições de higiene e saúde

A segunda parte do questionário, com questões abertas, levantou a percepção dos funcionários sobre as ações de higiene e a promoção da saúde no ambiente. Os resultados apontam que 6 participantes consideram bom os aspectos de higiene no ambiente de trabalho; 2 consideram regular e 1 considera insatisfatório.

Com relação ao conhecimento dos respondentes sobre as diretrizes e/ou legislação que estabelecem critérios ou normas para as condições do ambiente e ações laborais relacionadas à higiene, 6 entrevistados conhecem, 2 conhecem parcialmente e 1 não conhece.

Na figura 1 é apresentada a percepção dos respondentes sobre quais materiais e/ou equipamentos consideram necessários para realizar as ações de cuidado/higiene na sala do berçário.

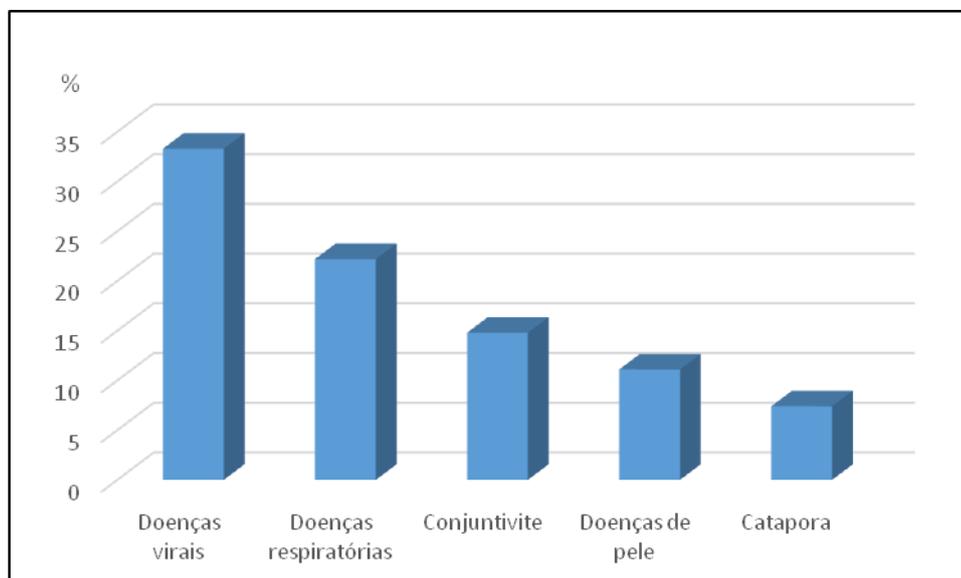
Figura 1: Materiais e/ou equipamentos necessários para cuidado/higiene segundo respondentes.



Fonte: Autores

Conforme a figura 1, o álcool foi citado por 6 respondentes; 5 respondentes citaram as luvas; 3 funcionários o papel-toalha e 2 funcionários a vassoura de nylon. Os seguintes materiais e/ou equipamentos: lenço umedecido, guarda pó, calçado adequado, água sanitária, papel higiênico, máscara, avental, detergente e sabonete foram citados uma vez.

A questão seguinte, visualizada na figura 2, mostra a porcentagem da percepção dos respondentes sobre as doenças mais comuns de serem contraídas pelos bebês na sala do berçário.

Figura 2: Doenças comuns no berçário, segundo respondentes.

Fonte: Autores

Observa-se na figura 2 que as doenças virais diversas foram as mais citadas, seguidas das doenças respiratórias, a conjuntivite, as doenças de pele e a catapora.

O trabalho de Pedraza, Queiroz e Sales (2014) aponta o agrupamento de crianças numa situação de diária e prolongada coexistência (10-12 horas), recebendo atendimento de forma coletiva, em locais fechados e sem condições de higiene adequada pode facilitar a disseminação de doenças, conferindo à creche epidemiologia característica na transmissão de infecções, ou seja, é comum a existência de doenças, em especial as respiratórias. O trabalho também ressalta que alguns agentes de infecções respiratórias também podem ser transmitidos através da via fecal-oral, e para isso a higiene pessoal é ponto significativo na prevenção dessas doenças.

Nesti e Goldbaum (2007) ressaltam que os microrganismos responsáveis por estes quadros infecciosos de doenças respiratórias, as mais comuns, são os mesmos que acometem crianças cuidadas em casa. As crianças que frequentam creches, especialmente antes dos 3 anos de idade, têm episódios infecciosos de vias aéreas superiores mais severos e em maior número, aproximadamente o dobro, sendo que o risco aumenta com o número de horas passadas na creche.

A diarreia consiste em outra doença de grande incidência nas creches, cuja transmissão se dá pelo contato direto, geralmente pelas mãos, ou objetos e superfícies da creche. A troca de fraldas é considerada o procedimento de maior risco para a transmissão de enteropatógenos entre crianças e funcionários de creches, por isso medidas preventivas de higiene são tão importantes (NESTI E GOLDBAUM, 2007).

Na questão sobre atitudes de cada participante para a promoção da saúde no berçário, os respondentes citaram as seguintes ações: higienização da sala de berçário, lavagem das mãos, retirada do calçado antes de entrar, reposição dos produtos de higiene, verificação do ambiente, utilização do álcool e papel higiênico para não passar microrganismos para outras crianças.

O trabalho de Nesti e Goldbaum (2007) recomenda cuidados similares e contínuos nas creches como forma de prevenção das doenças: lavagem apropriada das mãos após exposição; utilização de precauções padrão; rotina padronizada para troca e descarte de fraldas usadas, localização e limpeza da área de troca, limpeza e desinfecção de áreas contaminadas; uso de lenços descartáveis para assoar o nariz; funcionários e área exclusivos para a manipulação de alimentos; notificação das doenças infecciosas; treinamento de funcionários e orientação dos pais.

Por fim, a última questão buscou identificar as dúvidas em relação aos cuidados mínimos necessários para manter um ambiente saudável em sala de berçário, quais foram:

- Conhecimento da imunidade dos bebês;
- utilização de luvas no berçário;
- importância de os pais trazerem babador, toalha e pano para higienização individual dos bebês;
- higienização dos brinquedos;
- higienização dos trocadores;
- ventilação da sala do berçário.

3.3 Roda de conversa

A partir das respostas e dúvidas identificadas no questionário, foi realizada a roda de conversa com os envolvidos na pesquisa. Uma médica e uma enfermeira do posto de saúde do bairro onde está localizado o CDI foram as responsáveis por

atender os questionamentos listados na etapa anterior e conduzir a conversa. As principais orientações dadas pelas profissionais foram registradas:

- utilização de álcool líquido a 70% para higienização do ambiente e utensílios;
- para a higienização das mãos, deve-se lavar as mãos e depois utilizar álcool líquido ou álcool gel a 70%. Acima de 70%, o álcool perde a função de matar as bactérias;
- uso de álcool gel não substitui a lavagem das mãos;
- limpeza do trocador e superfície de modo geral: limpeza com água e detergente e, por fim, utilizar álcool líquido. Entre uma troca e outra, poderá ser utilizado somente o álcool;
- chão do berçário: utilização de calçado apenas para dentro da sala, como chinelos;
- não há necessidade da utilização de luvas para trocar as fraldas de xixi. Essa proteção é feita apenas para proteger quem está limpando. A lavagem das mãos já é suficiente;
- uma boa higienização das mãos substitui as luvas;
- imunidade dos bebês: os bebês nascem com a imunidade que a mãe passou durante a gestação. Após o nascimento, essa imunidade aumenta conforme as vacinas recebidas e o aleitamento materno. A imunidade começa a ser produzida a partir dos 3 anos. Diz-se que a imunidade está baixa quando o corpo recebe as doenças e não consegue combater;
- normalmente, uma criança que frequenta a creche terá uma média de 12 a 14 infecções ao ano;
- as principais doenças que acometem os bebês são virais;
- as formas de contágio mais comuns são: contato de pele, gotículas de saliva e pelo ar;
- importância de realizar a lavagem nasal nas crianças com soro fisiológico para retirar o muco nasal e prevenir que uma infecção leve vire uma infecção bacteriana;
- quando a criança está doente, pode-se solicitar aos pais ou responsáveis o comprovante de comparecimento no posto de saúde ou a receita médica;
- ar condicionado não faz mal para os bebês, desde que tenha sido feita a manutenção do equipamento. Mas, a sala deve ser arejada algumas vezes ao dia;

- toalha de pano coletiva: doença por contato será transmitida se a mão não tiver sido bem lavada;
- ventilação da sala do berçário de 2 a 3 horas, de manhã e à tarde, criando um circuito para o ar ser trocado;
- casos de diarreia não tem tratamento, esperar passar, hidratando a criança;
- professora gripada, desde que esteja bem, pode trabalhar;
- limpeza dos brinquedos de plástico pode ser feita com álcool líquido. Ideal seria não ter brinquedos de pelúcia.

A roda de conversa se mostrou enriquecedora aos participantes, que aprenderam a realizar de maneira correta a higiene e limpeza do local, além de aspectos de promoção à saúde.

3.4 Cartilha

O terceiro objetivo definido foi colaborar com a promoção à saúde no berçário, sendo elaborada uma cartilha informativa que para o CDI como instrumento de orientação para os funcionários.

A cartilha abordou os seguintes temas: a saúde e higiene pessoal dos funcionários; a saúde e higiene das crianças; e os cuidados no consumo dos alimentos. O texto foi construído a partir dos estudos bibliográficos e dos resultados da pesquisa. A cartilha, com 12 páginas, apresentou uma linguagem clara e foi direcionada aos funcionários que atuam em berçário.

CONCLUSÃO

O trabalho levantou informações sobre o contexto do ambiente de berçário em um Centro de Desenvolvimento Infantil de Gaspar (SC) e promoveu a conscientização sobre a saúde e higiene, auxiliando na formação continuada dos servidores.

Após a análise dos resultados coletados com a aplicação do questionário, observou-se que a maior parte dos respondentes avalia como bom os aspectos de

higiene no seu ambiente de trabalho, além de terem conhecimento sobre as diretrizes e/ou legislação que estabelece critérios ou normas para as condições do ambiente e ações laborais relacionadas à higiene.

A maior parte dos entrevistados não recebeu formação inicial para trabalhar especificamente com bebês, para a maior parte da amostra não há formação continuada voltada para os cuidados necessários de higiene e saúde. Isso também foi apontado no trabalho de Nesti e Goldbaum (2007), há pouco treinamento nos diferentes aspectos da assistência à criança relacionados à saúde, incluindo as práticas de manuseio de alimentos.

Em sala de berçário, por ser ambiente de convívio coletivo, as doenças mais comuns de serem contraídas pelos bebês e citadas pelos respondentes foram: doenças virais, doenças respiratórias, conjuntivite, catapora e doenças de pele. Em relação à promoção da saúde no berçário, os respondentes apontaram como contribuições principais realizadas: higienização da sala, lavagem das mãos e a retirada do calçado antes de entrar na sala do berçário.

A realização de roda de conversa com profissionais da saúde que atuam no bairro foi significativa e esclareceu vários questionamentos, de forma profissional. Essas informações auxiliaram no desenvolvimento da cartilha educativa, que ficará no Centro de Desenvolvimento Infantil como instrumento de orientação para os funcionários, destacando a saúde e higiene pessoal dos funcionários e das crianças e a higiene e cuidados no consumo dos alimentos.

Por fim, recomenda-se a realização de trabalhos futuros sobre o tema abordado, pois esse assunto não se esgota com a finalização desse estudo, bem como a realização de oficinas com toda a equipe escolar que permita a ampliação de conhecimento para melhorias na promoção da saúde das crianças ou bebês, com imagens educativas e exemplos práticos voltados à promoção da saúde.

Além de uma formação mais robusta, é essencial uma articulação da instituição educativa com as unidades de saúde da região. Estas parcerias auxiliam e reforçam o trabalho desenvolvido pelos educadores, objetivando ampliar ainda mais o acesso da comunidade aos bens de saúde e educação.

Referências

- ALVES, R. C. P.; VERÍSSIMO, M. de la O. R. Os educadores de creche e o conflito entre cuidar e educar. **Rev Bras Crescimento Desenvol Hum.**, v. 17, n. 1, p. 13-25, 2007.
- AMORIN, K. S.; YAZLLE, C.; FERREIRA, M, C. R. Binômios Saúde-Doença e Cuidado-Educação em Ambientes Coletivos de Educação da Criança Pequena. **Rev. Bras. Cresc. Desenv. Hum.**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 13-25, 2000. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/jhgd/article/view/39621/>>. Acesso em: 27 jul. 2017.
- BARBOSA, R. C.; AFONSO, M. A. V. **Educação Infantil: Das Práticas Pedagógicas às Políticas Públicas**. João Pessoa: UFPB, 2011.
- BRASIL. Ministério do Bem-Estar Social. **Proposta Pedagógica para o Atendimento da criança em Creche**. Brasília, 1993.
- _____. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/l9394.htm>. Acesso em: 10 set. 2017.
- _____. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Referencial Curricular Nacional Para a Educação Infantil**. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- _____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Infantil**. Parecer nº 05, aprovado em 17 de dezembro de 2009. Disponível em: <<http://ndi.ufsc.br/files/2012/02/Diretrizes-Curriculares-para-a-E-I.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2017.
- FONTANA, R. T. A vigilância sanitária no contexto escolar: um relato de experiência. **Rev Bras Enferm**, Brasília, v. 61, n. 1, jan./fev. 2008.
- GASPAR. Secretaria Municipal de Educação. **Proposta pedagógica da rede municipal: educação infantil**. In: DIAS, Julice; SANTOS, Patrícia Helena; DIAS, Sanira Cristina (Orgs.). Blumenau, 2010.
- GIL, A. C. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- LIBERATO, A. C. V.; POTTMAIER, E.; JENICHEN, M. N. Vivenciando o ser professor de educação infantil no berçário: explorações sensoriais. **REDIVI - Revista de Divulgação Interdisciplinar**, Seção: Núcleo das Licenciaturas, v. 5, n. 1.2, p. 1-26, 2017.
- MARANHÃO, D. G. **Saúde e bem estar das crianças: Uma Meta Para Educadores Infantis em Parceria com Familiares e Profissionais de Saúde**, 2010. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2010-pdf/7157-2-5-artigo-mec-saude-bemestar-criancas-damaris/file>>. Acesso em: 27 jul. 2017.

- MARAFON, D. Entre uma pedagogia da assistência e uma pedagogia compensatória: Proposta pedagógica para o atendimento da criança em creche (1993). **Revista Linhas**, Florianópolis, v. 14, n. 26, jan./jun. 2013.
- NESTI, M. M. M.; GOLDBAUM, M. As creches e as doenças transmissíveis. **Jornal de Pediatria** - Vol. 83, Nº4, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/jped/v83n4/v83n4a04.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2019.
- PEDRAZA, D. F.; QUEIROZ, D.; SALES, M. C. Doenças infecciosas em crianças pré-escolares brasileiras assistidas em creches. **Ciênc. saúde coletiva**. 19 (02) Fev 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.org/article/csc/2014.v19n2/511-528/pt/#>>. Acesso em: 15 mar. 2019.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Manual de boas práticas de higiene e de cuidados com a saúde para Centros de Educação Infantil**. São Paulo: Coordenação de Vigilância em Saúde, 2008.
- SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.
- VIEIRA, I. C. da S. **As práticas de professoras de berçário no contexto da proposta pedagógica de uma creche municipal do interior de São Paulo: a interação e a brincadeira em destaque**. 2016. 140 f. Dissertação (Mestre em Educação), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Presidente Prudente, São Paulo, 2016.
- WEISS, E. M. G. O Cuidado na Educação Infantil: contribuições da área da saúde. **Perspectiva**, Florianópolis, v. 17, n. especial, p. 99-108, jan./jun. 1999. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/view/10550>>. Acesso em: 27 jul. 2017.

Transição da norma ABNT NBR ISO 14001 versão 2004 para versão 2015 e proposta de atualização da matriz de aspectos e impactos ambientais de uma concessionária de rodovias

Luiz Eduardo Pasqualin Machado

Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) – *Campus* Porto Alegre
(eduardopasqualin@outlook.com)

Magali da Silva Rodrigues

Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) – *Campus* Porto Alegre
(magali.rodrigues@poa.ifrs.edu.br)

Resumo: Com a crescente preocupação ambiental nas últimas décadas, as organizações passaram a dar maior importância às práticas sustentáveis. Surgem as Normas para os Sistemas de Gestão Ambiental (SGA), estabelecendo requisitos no intuito de prover às organizações uma estrutura para a proteção do meio ambiente. Mais de vinte anos após a primeira publicação, a ISO 14001 chega a sua terceira versão (2015), com o objetivo de se permanecer relevante durante as próximas décadas. A implantação de um SGA tem por premissa a identificação dos aspectos e impactos ambientais, o que representa o processo inicial exigido na implantação da Norma. Nesta edição, essa fase apresenta provavelmente a maior mudança em relação à versão anterior, devido à perspectiva do ciclo de vida. Este trabalho identifica as mudanças oriundas da edição 2015 e atualiza o levantamento de aspectos e impactos ambientais das principais atividades realizadas pela Triunfo Concepa, empresa do ramo de concessão e exploração de rodovias, certificada pela versão 2004 da Norma. Com a inserção de novos critérios para a avaliação dos impactos ambientais e a reconsideração dos aspectos atrelados à operação de uma rodovia, este trabalho pretende servir de apoio para que a organização estudada realize a transição para a última versão.

Palavras-chave: ABNT NBR ISO 14001:2015; Aspectos e Impactos Ambientais; Sistema de Gestão Ambiental.

Transition of ISO 14001:2004 to 2015 version and proposal for updating the matrix of environmental aspects and impacts of a highway concessionaire

Abstract: Due to the growing environmental concern in the last decades, organizations have given greater importance to sustainable practices. The standards for Environmental Management Systems emerge, establishing requirements in order to provide organizations with a framework for environment protection. More than twenty years after the first publication, ISO 14001 reaches its third version (2015) with the objective of remaining relevant for the next decades. The implementation of an EMS is based on the identification of environmental aspects and impacts which represents the initial process required in the implementation of the standards. In that edition, this phase probably presents the biggest change from the previous version due to the life cycle perspective. This paper identifies the changes arising from the 2015 edition and updates the survey of environmental aspects and impacts of the main activities executed by “Triunfo Concepa”, a company in the field of highway concession and exploration, certified by the 2004 version of the standard. With the inclusion of new criteria for the evaluation of environmental impacts and the reconsideration of the aspects related to the operation of a highway, this work intends to serve as a support for the organization under study in the transition to ISO 14001: 2015.

Keywords: ISO 14001:2015; Environmental Aspects and Impacts; Environmental Management System.

INTRODUÇÃO

A partir da Revolução Industrial, em meados do século XVIII, o homem aumentou exponencialmente a capacidade de alterar as propriedades do seu ambiente. O total de habitantes gerou uma maior demanda por bens e serviços devido ao aumento no volume de produção e, desde então, a degradação ambiental foi intensificada (SEIFFERT, 2010). O capitalismo e a industrialização trouxeram consigo um grande aumento da riqueza e empurraram as fronteiras da humanidade em direção a extremidades que antes seriam inimagináveis (ENGUIITA, 1989). O padrão de consumo adotado pelas populações, tornou-se cada vez mais exigente, sofisticado e esbanjador.

Na década de 1950 ocorreu uma sequência de eventos e acidentes ambientais, que começam a chamar a atenção da sociedade para a crescente degradação da qualidade ambiental e, também, para o fato de que a qualidade de vida e sobrevivência do homem em longo prazo está por ela condicionada (SEIFFERT, 2010). Esse histórico de problemas ambientais demonstra uma maior preocupação com o meio ambiente e o desenvolvimento econômico, tornado-se um tema cada vez mais associado aos debates internacionais, no que se refere ao futuro da humanidade.

Em 1983, foi criada pela ONU a *World Commission on Environment and Development* (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – CMMAD), também conhecida como ‘The Brundtland Commission’ (Comissão Brundtland), por ser presidida pela primeira-ministra norueguesa Gro Harlem Brundtland. Em 1987 houve a aprovação e divulgação pela ONU do Relatório ‘*Our Common Future*’ (Nosso Futuro Comum), desenvolvido pela Comissão Brundtland (ALBERTON, 2003). Neste relatório é estabelecido o conceito do “Desenvolvimento Sustentável”, estabelecendo que o atendimento às necessidades do presente não deve comprometer a capacidade de as futuras gerações atenderem às suas (BRUNTLAND, 1987).

A sociedade adquiriu uma consciência ecológica a partir dos anos 1990, que obrigou a adoção de novas posturas organizacionais. Em função disso foram adotadas novas práticas administrativas, agora pautadas no desenvolvimento sustentável. Isso trouxe como implicações para as organizações uma série de transformações, pois

agora é preciso aumentar a lucratividade e reduzir gastos, mas com produto/serviço de qualidade e ecologicamente correto (NETO, De SOUZA e SHIGUNOV, 2009).

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente (CNUMAD ou United Nations Conference on Environment and Development – UNCED) foi o acontecimento mais marcante do início da década de 1990 e, até hoje, a maior das respostas à crise ambiental global enfrentada pela humanidade. A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como ECO-92, RIO-92 ou ainda ‘*The Earth Summit*’ (A Cúpula da Terra), ocorreu na cidade do Rio de Janeiro, Brasil, em junho de 1992 (ALBERTON, 2003). A gestão ambiental, que era uma preocupação governamental, passa a fazer parte também do meio empresarial.

Segundo Barbieri (2004, *apud* NETO, DE SOUZA E SHIGUNOV 2009), a gestão ambiental pode ser definida como: “as diretrizes e as atividades administrativas e operacionais, tais como: planejamento, direção, controle, alocação de recursos e outras realizadas com objetivo de obter efeitos positivos sobre o meio ambiente, quer reduzindo ou eliminando danos ou problemas causados pelas ações humanas, quer evitando que elas surjam”. A RIO-92 teve como objetivo discutir e sugerir soluções potenciais para temas ambientais globais. Dois importantes resultados desta conferência foram a Agenda 21 e as Normas da série ISO 14000. Ambos são instrumentos valiosíssimos para a gestão ambiental (SEIFFERT, 2006).

A ISO – *International Standardization Organization* foi fundada em 1947 para promover o desenvolvimento de padrões internacionais. É uma federação mundial, não governamental, com sede em Genebra, na Suíça. A ISO possui mais de 110 países participantes, entre eles o Brasil, cuja representante é a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (ALBERTON, 2003). A ISO criou o SAGE (*Strategic Advisory Group on Environment*), com o objetivo de propor as ações necessárias para um enfoque sistêmico de normatização ambiental e certificação. Os trabalhos do SAGE resultaram na criação do Comitê Técnico 207 – Gestão Ambiental, cujos esforços se refletem na elaboração do Sistema ISO 14000 (NAHUZ, 1995).

A década de 1990 colocou em evidência os problemas relacionados ao clima e como isso poderia comprometer a sobrevivência dos ecossistemas. Houve grande impulso com relação à consciência ambiental na maioria dos países, aceitando-se

pagar um preço da qualidade de vida e mantendo-se limpo o ambiente. As empresas passaram a dar importância à racionalização do uso de energia e de matérias-primas essenciais, além de maior empenho e estímulos à reciclagem e reutilização, evitando desperdícios (SEIFFERT, 2010).

Com isso, as indústrias sentiram a necessidade de dispor de Normas para os Sistemas de Gestão Ambiental, o que resultou na elaboração e lançamento da BS 7750 pela *British Standards Institution*, da Grã-Bretanha, em 1992 (NAHUZ, 1995). A Figura 1 ilustra a evolução da Norma ISO 14001.

Figura 1 - Evolução da Norma ISO 14001

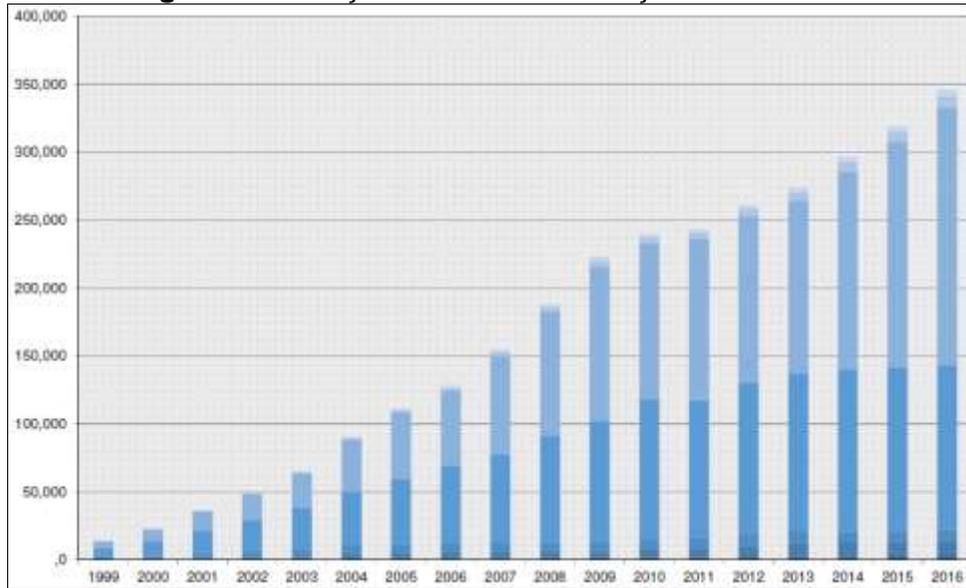


Fonte: Adaptado de TÜV SÜD, 2015.

A ISO 14001 teve como padrão a Norma Britânica BS 7750, sendo a única Norma ambiental que pode conceder certificado às organizações. Ela foi emitida experimentalmente em 1992 e reeditada em 2 de janeiro de 1994, porém, só veio a ser implantada pelas empresas em 1996 (ALBERTON, 2003).

A Figura 2 apresenta a evolução anual das certificações ISO 14001 no mundo.

Figura 2 - Evolução anual das certificações ISO 14001.



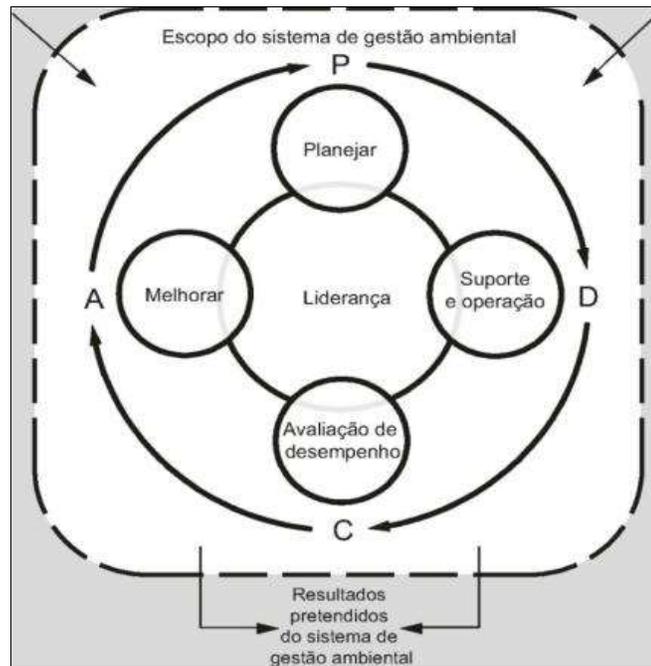
Fonte: ISO, 2016a.

Ao analisar o gráfico, é possível observar que existe uma tendência de aumento anual constante no número de organizações certificadas. Segundo o levantamento mais recente, em 2016 a ISO 14001 chegou ao número de 346.147 certificações válidas mundialmente, sendo a segunda Norma mais utilizada no mundo, ficando atrás da ISO 9001, de Sistemas de Gestão da Qualidade.

O Sistema de Gestão Ambiental (SGA) é um conjunto de elementos inter-relacionados ou interativos de uma organização para estabelecer políticas, objetivos e processos, com o intuito de prover às organizações uma estrutura para a proteção do meio ambiente e possibilitar uma resposta às mudanças das condições ambientais em equilíbrio com as necessidades socioeconômicas (ABNT, 2015).

Os requisitos do sistema baseiam-se no modelo PDCA (**Plan-Do-Check-Act**), conforme a Figura 3. O conceito consiste em planejar (*Plan*), fazer (*Do*), verificar (*Check*) e agir (*Act*), formando o ciclo da melhoria contínua, sendo um ponto chave para atingir os resultados pretendidos do SGA (ABNT, 2015).

Figura 3 - Modelo PDCA.



Fonte: ABNT, 2015.

Quando a organização planeja fazer uma mudança na produção ou em um processo, o ciclo PDCA visa a melhoria (planejar), implementação da mudança (fazer), avaliação dos resultados da mudança (chechar) e, por fim, institucionalizar a mudança (agir) (KITAZAWA e SARKIS, 2000, p. 229 *apud* BLACKESTAM e OLOFSSON, 2013).

A adoção de um SGA envolve altos investimentos, que são necessários para a documentação, o treinamento de pessoal e auditorias. Também exige tempo, esforço e outros recursos ao longo do processo. Por isso, a certificação deve ser objeto de um planejamento financeiro minucioso por parte da empresa (ALBERTON, 2003).

Em 2010, o Grupo de Estudos sobre os Desafios Futuros dos Sistemas de Gestão Ambiental publicou um relatório detalhando onze assuntos relevantes para os futuros sistemas de gestão ambiental:

1. SGA como parte da sustentabilidade e responsabilidade social;
2. SGA e (melhoria de) desempenho ambiental;
3. SGA e conformidade com requisitos legais e outros requisitos externos;
4. SGA e gestão empresarial global (estratégica);
5. SGA e avaliação de conformidade;

6. SGA e a aceitação em pequenas organizações;
7. SGA e impactos ambientais na cadeia de valor e fornecimento;
8. SGA e o envolvimento das partes interessadas;
9. SGA e sistemas paralelos ou sub-sistemas (Gases de Efeito Estufa, energia);
10. SGA e comunicação externa (incluindo informações sobre o produto);
11. Posicionamento do SGA nas agendas políticas nacionais e internacionais.

A partir destes temas, emergiu um conjunto de recomendações, que acarretou na revisão da ISO 14001. Em 2011, foi elaborado um estudo (ISO / TC 207 / SC 1 N 845) para esta revisão, baseado nos princípios de relevância de mercado, compatibilidade, facilidade de uso, cobertura de tópicos, flexibilidade, base tecnicamente sólida, de fácil compreensão, livre comércio, aplicabilidade da conformidade e exclusões (ISO, 2018).

O mandato de revisão da ISO 14001: 2015 (datado de 2012-01-23) estipulou que ela deve ser baseada nos requisitos e diretrizes de aplicação da ISO relacionados à Estrutura de Alto Nível (HLS - *High Level Structure*). Trata-se de uma nova estrutura comum para todas as Normas de Sistema de Gestão ISO, que incorporam textos centrais idênticos e termos comuns com definições básicas (ISO, 2018).

A Norma está em conformidade com os requisitos da ISO para as Normas de Sistema de Gestão Ambiental, basendo-se na ISO 14004, que provê orientações para o estabelecimento, implementação, manutenção e melhoria de um SGA. A Norma estabelece dez requisitos, conforme a Figura 4. Os primeiros três fazem uma abordagem mais teórica à Norma. Os requisitos de forma específica iniciam no requisito 4 e terminam no requisito 10. A Figura 4 também expõe como a Norma é estruturada com os novos requisitos e faz uma breve relação com a Norma anterior, a ISO 14001:2004.

Figura 4 - Estrutura da ISO 14001:2015.



Fonte: Adaptado de Briggs, 2015.

O requisito 6.1.2 “Aspectos Ambientais” determina que a organização deve identificar os aspectos ambientais de suas atividades, produtos e serviços, dentro do escopo definido de seu SGA, quais ela possa controlar e aqueles que ela possa influenciar, e seus impactos ambientais associados, considerando uma perspectiva de Ciclo de Vida - CV (ABNT, 2015).

Ao determinar os aspectos ambientais, a organização deve levar em consideração:

- a) mudanças, incluindo desenvolvimentos planejados ou novos, e atividades, produtos e serviços novos ou modificados;
- b) condições anormais e situações de emergência razoavelmente previsíveis.

Convém que sejam considerados aspectos ambientais, tais como: projeto e desenvolvimento de suas instalações; processos, produtos e serviços; aquisição de matérias-primas; processos operacionais ou de fabricação, incluindo armazenamento; operação e manutenção de instalações, recursos organizacionais e infraestrutura;

desempenho ambiental e práticas de provedores externos; transporte de produtos e prestação de serviços, incluindo a embalagem; armazenamento, uso e pós-uso dos produtos e gestão de rejeitos, incluindo a reutilização, recuperação, reciclagem e disposição. Os aspectos ambientais identificados como significativos podem resultar em riscos e oportunidades para o SGA (ABNT, 2015).

Determinar os aspectos e impactos ambientais faz parte de um processo contínuo, o que melhora o entendimento da organização na relação com meio ambiente e contribui para a melhoria contínua do desempenho ambiental. A partir do conhecimento dos aspectos ambientais significativos que deverão ser desenvolvidos os objetivos ambientais, treinamentos, comunicações, controles operacionais, processos de monitoramento e a política ambiental da organização (ISO, 2016b). A adequada implementação deste subsistema é particularmente crítica para a implantação do SGA, porque determinará a sua abrangência e robustez (SEIFFERT, 2006).

Pelo exposto, este trabalho se propõe a atualizar o levantamento dos aspectos ambientais e impactos ambientais das principais atividades realizadas pela empresa Triunfo Concepa, que atua no ramo de concessão e exploração de rodovias no estado do Rio Grande do Sul, empresa certificada pela Norma ABNT NBR ISO 14001:2004.

Considerando a importância que a mobilidade tem sobre a evolução das cidades, a construção de rodovias foi uma das formas encontradas para que este desenvolvimento fosse alcançado. Uma vez compreendida a questão da proteção do ambiente onde o empreendimento se incorpora, com o homem e sua qualidade de vida também inseridos neste princípio, busca-se garantir que os projetos de engenharia sejam eficientes, tanto para quem trafega pela rodovia, quanto para a população dos municípios influenciados (NEVES e HENKES, 2013 *apud* ROMAN, 2016).

Nesse sentido, o presente trabalho, além de atualizar o levantamento de aspectos e impactos ambientais para cumprir o item 6.1.2 da Norma, também visa identificar as mudanças oriundas da Norma ABNT NBR ISO 14001:2015 para os demais itens, com vistas a contribuir para a transição do Sistema, ou seja, é esperado que este estudo sirva de base inicial para a possível atualização do SGA da organização, bem como para implementação de SGA em empresas do ramo. A recente edição da Norma estabelece o período de três anos após a publicação (23 de setembro

de 2015) para que todas as empresas certificadas atualizem os seus sistemas de gestão ambiental, de acordo com os novos requisitos da Norma.

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo geral

Propor adequação do Sistema de Gestão Ambiental da Concessionária da Rodovia Osório – Porto Alegre S.A. (Triunfo Concepa), em relação ao item 6 “Planejamento”, especificamente ao subitem 6.1.2 “Aspectos Ambientais” da Norma ABNT NBR ISO 14001:2015.

1.2 Objetivos específicos

- Identificar os requisitos do Sistema de Gestão Ambiental da empresa Triunfo Concepa que deverão ser atualizados, conforme a nova edição da Norma ABNT NBR ISO 14001:2015;
- Revisar o documento interno da organização “Gerenciamento de Aspectos e Impactos Ambientais (IT-200-03)”, com vistas à atualização e adaptação do documento “LAIA - MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS - RQ 200-04”;
- Estruturar uma nova matriz para a atualização dos aspectos e impactos ambientais, relacionados as atividades de conservação da faixa de domínio, utilização da rodovia pelos usuários e armazenamento temporário de resíduos.

2. ÁREA DE ESTUDO

Em dezembro de 1996, o Consórcio formado entre a Construtora Triunfo S.A. e a empresa SBS Engenharia e Construções foi homologado vencedor da licitação da concessão da BR-290, sendo o contrato assinado em 04 de março de 1997 e a rodovia

transferida para a administração da Concessionária da Rodovia Osório – Porto Alegre S.A. – CONCEPA (Triunfo Concepa), formada exclusivamente para este fim em 04 de julho de 1997. (CONCEPA, 2018a)

A concessão foi outorgada pelo Governo Federal, no âmbito do Programa Federal de Concessões Rodoviárias, e tem por objeto a exploração da Rodovia BR-290, no trecho que liga os municípios de Osório, Porto Alegre e Guaíba (entroncamento da Rodovia BR-116), no estado do Rio Grande do Sul (CONCEPA, 2018a).

A Triunfo Concepa administrava 121 quilômetros de rodovias duplicadas, com três praças de pedágios, sendo duas unidirecionais (km 19 - Santo Antônio da Patrulha e km 110 - Eldorado do Sul) e uma bidirecional (km 77 - Gravataí), com 58 cabines de cobrança manuais e nove cabines de cobrança automática. Primeira concessão rodoviária federal do Estado, a Concepa deteve um contrato de 20 anos, prorrogado por mais 1 ano, supervisionado pela Agência Nacional de Transportes Terrestres, ANTT, até julho de 2018 (CONCEPA, 2018a). O mapa da Figura 5 expõe a rodovia administrada pela concessionária.

Figura 5 - Abrangência da Licença de Operação Nº 2056/2014-DL.



Fonte: FEPAM, 2014.

O presente estudo foi executado no setor de SGI (Sistema de Gestão Integrada) da empresa, no período de 18 de dezembro de 2017 a 17 de junho de 2018. A empresa estava certificada pelas Normas ABNT NBR ISO 14001:2004 e ABNT NBR ISO 9001:2009 pela certificadora British Standards Institution (BSI), desde 2012, conforme certificados apresentados na Figura 6.

Figura 6 - Certificados do Sistema de Gestão.



Fonte: CONCEPA, 2018b.

A gestão ambiental era praticada por meio da educação de seus colaboradores para manter e aplicar a política estabelecida pela alta direção (Figura 7), bem como os monitoramentos, controles internos e a gestão dos resíduos sólidos.

Figura 7 - Política do Sistema de Gestão.



Fonte: CONCEPA, 2018c.

O setor de SGI desenvolve os procedimentos de controle de documentos, tratamento de não conformidades, ações preventivas e corretivas, auditorias internas, identificação e gestão dos aspectos e impactos ambientais, bem como controle de legislação aplicável.

A organização operava o Sistema de Gestão Ambiental em conformidade com os requisitos da Norma ISO 14001:2004 para o seguinte escopo: serviços de atendimento ao usuário na rodovia BR-290 (trecho Osório-RS/ Eldorado do Sul-RS), BR-116 (Osório-RS - Guaíba-RS), incluindo: administração de obras, serviços de manutenção e conservação da rodovia; serviços de arrecadação de pedágio; segurança do trabalho; assistência médica emergencial; serviço de resgate mecânico e monitoração da rodovia.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho utilizou metodologia exploratória, sendo conduzido pelas ações metodológicas descritas a seguir. Em um primeiro momento, foi realizada a revisão do Sistema de Gestão Ambiental atual da empresa, que está baseado na versão 2004 da Norma ABNT NBR ISO 14001. Através do estudo minucioso e

comparativo da Norma ABNT NBR ISO 14001 versão de 2004 e versão 2015, foram identificados os requisitos estabelecidos pela nova edição da Norma, o que resultou em um diagnóstico, contendo a descrição dos requisitos e as principais mudanças.

A partir do diagnóstico, foi identificado o item “6.1.2 Aspectos Ambientais”, da versão 2015, como o requisito de maior relevância no presente momento, pois trata-se de uma premissa na etapa de implementação do SGA.

Com base na metodologia atual de avaliação dos aspectos ambientais utilizada pela empresa, estabelecida em procedimento interno (IT-200-03), procedeu-se ao levantamento detalhado e aplicado dos aspectos sujeitos à atualização ou que por ventura não haviam sido contemplados no estudo realizado anteriormente, para cumprimento da versão 2004 da Norma.

Para essa etapa, levou-se em conta as alterações do requisito 6.1.2 “Aspectos Ambientais”, trazidas pela Norma ABNT NBR ISO 14001:2015; demais orientações da Norma ISO 14004:2016 e a análise de documentos referentes aos requisitos legais da organização. Além disso, para o completo atendimento do item 6.1.2 foram coletadas informações através do acompanhamento das práticas realizadas na rodovia, bem como na Central de Resíduos da empresa.

A ABNT NBR ISO 14001 não especifica a metodologia para determinar aspectos e impactos ambientais, mas convém que o método e os critérios utilizados forneçam resultados coerentes. Nesse sentido, o presente estudo manteve a metodologia existente, descrita a seguir.

Primeiramente, é feita a seleção da atividade, produto ou serviço, sendo extenso (a) o suficiente para a análise das entradas e saídas, associadas às atividades passadas, presentes e/ou futuras, considerando as condições normais e anormais de operação, bem como situações potenciais e reais de emergência. Posteriormente, é realizada a identificação do impacto relacionado ao aspecto ambiental, ou seja, identifica-se a alteração que esse aspecto causaria ao ambiente.

Finalizada a etapa de identificação dos aspectos e impactos ambientais, estes são caracterizados com o propósito de permitir uma melhor avaliação e definição dos métodos de gerenciamento e priorização daqueles considerados significativos. Desse modo, todas essas informações serviram de subsídio para a construção e atualização

da “Matriz de Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais”, documento interno (RQ 200-004), da empresa Triunfo Concepa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados serão apresentados em dois momentos. Inicialmente, será brevemente abordada uma avaliação dos requisitos mais relevantes para este trabalho, comparando as duas versões da Norma. A segunda etapa, apresentará a atualização da “Matriz de Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais”, documento interno (RQ 200-004) da empresa Triunfo Concepa.

4.1 Novos requisitos da Norma

Como um dos norteadores do trabalho, foi usada a Tabela 1, que expõe as correspondências entre as duas versões da Norma, disponível no anexo da ABNT NBR ISO 14001:2015.

As Normas de Sistema de Gestão até hoje apresentavam, cada uma, diferentes linguagens, estruturas e requisitos. Para abordar este problema, a ISO desenvolveu o Anexo SL – a nova estrutura de alto nível (HLS) que apresenta uma estrutura comum para todos os sistemas de gestão (BSI, 2015). Com isso, a Norma passa a incluir, além dos 3 requisitos introdutórios usuais, 7 requisitos básicos comuns a todas as Normas de sistema de gestão, são eles: Contexto da Organização, Liderança, Planejamento, Apoio, Operação, Avaliação de Desempenho e Melhoria.

O principal objetivo da revisão da Norma é fornecer um conjunto de requisitos comuns e estáveis para, pelo menos, os próximos 10 (dez) anos. Isso será possível devido à exigência dessa estrutura como base, que fornece uma apresentação mais coerente dos requisitos, em vez de um modelo para documentar as políticas, objetivos e processos (BVQI, 2015).

Tabela 1 - Correspondência entre a ABNT NBR ISO 14001:2015 e a ABNT NBR ISO 14001:2004.

ABNT NBR ISO 14001:2015		ABNT NBR ISO 14001:2004	
Título da Seção	Número da Seção	Número da Seção	Título da Seção
Introdução			Introdução
Escopo	1	1	Escopo
Referências normativas	2	2	Referências normativas
Termos e definições	3	3	Termos e definições
Contexto da organização (somente título)	4		
		4	Requisitos do sistema da gestão ambiental (somente título)
Entendendo a organização e seu contexto	4.1		
Entendendo as necessidades e expectativas de partes interessadas	4.2		
Determinando o escopo do sistema de gestão ambiental	4.3	4.1	Requisitos gerais
Sistema de gestão ambiental	4.4	4.1	Requisitos gerais
Liderança (somente título)	5		
Liderança e comprometimento	5.1		
Política ambiental	5.2	4.2	Política ambiental
Papéis, responsabilidades e autoridades organizacionais	5.3	4.4.1	Recursos, funções, responsabilidades e autoridades
Planejamento (somente título)	6	4.3	Planejamento (somente título)
Ações para abordar riscos e oportunidades (somente título)	6.1		
Generalidades	6.1.1		
Aspectos ambientais	6.1.2	4.3.1	Aspectos ambientais
Requisitos legais e outros requisitos	6.1.3	4.3.2	Requisitos legais e outros
Planejamento de ações	6.1.4		

ABNT NBR ISO 14001:2015		ABNT NBR ISO 14001:2004	
Título da Seção	Número da Seção	Número da Seção	Título da Seção
Objetivos ambientais e planejamento para alcançá-los (somente título)	6.2	4.3.3	Objetivos, metas e programa(s)
Objetivos ambientais	6.2.1		
Planejamento de ações para alcançar os objetivos ambientais	6.2.2		
Apoio (somente título)	7	4.4	Implementação e operação (somente título)
Recursos	7.1	4.4.1	Recursos, funções, responsabilidades e autoridades
Competência	7.2	4.4.2	Competência, treinamento e conscientização
Conscientização	7.3		
Comunicação (somente título)	7.4	4.4.3	Comunicação
Generalidades	7.4.1		
Comunicação interna	7.4.2		
Comunicação externa	7.4.3		
Informação documentada (somente título)	7.5	4.4.4	Documentação
Generalidades	7.5.1		
Criando e atualizando	7.5.2	4.4.5	Controle de documentos
		4.5.4	Controle de registros
Controle de informação documentada	7.5.3	4.4.5	Controle de documentos
		4.5.4	Controle de registros
Operação (somente título)	8	4.4	Implementação e operação (somente título)

ABNT NBR ISO 14001:2015		ABNT NBR ISO 14001:2004	
Título da Seção	Número da Seção	Número da Seção	Título da Seção
Planejamento e controle operacionais	8.1	4.4.6	Controle operacional
Preparação e resposta a emergências	8.2	4.4.7	Preparação e resposta a emergências
Avaliação de desempenho (somente título)	9	4.5	Verificação (somente título)
Monitoramento, medição, análise e avaliação (somente título)	9.1	4.5.1	Monitoramento e medição
Generalidades	9.1.1		
Avaliação do atendimento aos requisitos legais e outros requisitos	9.1.2	4.5.2	Avaliação do atendimento a requisitos legais e outros
Auditoria interna (somente título)	9.2	4.5.5	Auditoria interna
Generalidades	9.2.1		
Programa de auditoria interna	9.2.2		
Análise crítica pela direção	9.3	4.6	Análise pela administração
Melhoria (somente título)	10		
Generalidades	10.1		
Não conformidade e ação corretiva	10.2	4.5.3	Não conformidade, ação corretiva e ação preventiva
Melhoria contínua	10.3		
Orientação para uso desta Norma	Anexo A	Anexo A	Orientações para uso desta Norma
Correspondência entre a ABNT NBR ISO 14001:2015 e a ABNT NBR ISO 14001:2004	Anexo B		
		Anexo B	Correspondências entre a ABNT NBR ISO 14001:2004 e a ABNT NBR ISO 9001:2000
Bibliografia			Bibliografia
Índice alfabético de termos	Índice		

Fonte: ABNT, 2015.

A seguir, serão descritos os requisitos da Norma ABNT NBR ISO 14001:2015 mais relevantes para este trabalho.

Considerada como um todo, o requisito 6 apresenta provavelmente a maior mudança para os usuários de versões anteriores da Norma (BSI, 2015). Dessa maneira, a fase de planejamento, especificamente o requisito 6.1.2, será melhor apresentada e discutida na segunda etapa dos resultados deste trabalho (item 5. Levantamento e Aspectos e Impactos Ambientais), com as mudanças estabelecidas neste requisito, sendo aplicadas na área de estudo em questão.

A versão de 2004 já mencionava a necessidade de identificar todos os aspectos que a organização controla e influencia. Embora nas orientações para uso da Norma o conceito estivesse subentendido, nesta versão é deixado claro que a determinação e avaliação dos aspectos deve considerar o ciclo de vida, o que é posteriormente reforçado na fase de operação (APCER, 2016). Os estágios do ciclo de vida incluem a aquisição da matéria-prima, projeto, produção, transporte/entrega, uso, tratamento pós-uso e disposição final (ABNT, 2015).

A organização determina os riscos e as oportunidades, incluindo os resultantes dos aspectos ambientais significativos e dos requisitos legais (6.1). Deve decidir e planejar as ações necessárias para atingir os resultados pretendidos e assegurar a melhoria do desempenho ambiental. O conceito de pensamento baseado no risco estava subentendido nas edições anteriores através dos requisitos de planejamento, revisão e melhoria. Nesta versão, os requisitos para a determinação de riscos e oportunidades são base para o planejamento do SGA (ABNT, 2015).

A determinação de situações de emergência potenciais, que antes estavam associadas à implementação e operação, agora foram incluídas na fase de planejamento (APCER, 2016). A obrigatoriedade de estabelecer metas para os objetivos foi eliminada (6.2), entretanto, foi apontada a necessidade de monitorar, comunicar e atualizar os objetivos. Os critérios para a sua definição incluem agora os riscos e oportunidades determinados (APCER, 2016).

Os critérios para determinação da significância dos aspectos devem ser documentados e os aspectos significativos a níveis e funções relevantes devem ser comunicados internamente, conforme apropriado. O planejamento de ações agora é

abordado para tratar os aspectos ambientais significativos, requisitos legais e riscos e oportunidades. A eficácia destas ações deve ser avaliada (APCER, 2016).

Através das mudanças da versão 2015 da Norma ABNT NBR ISO 14001, pode-se garantir que a gestão ambiental está alinhada com a alta direção da organização, pois introduz uma abordagem integrada com outras Normas de sistemas de gestão, devido à estrutura de alto nível, o que aumenta o envolvimento da equipe de liderança e melhora o desempenho ambiental da empresa.

4.2 Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais

No ciclo PDCA, a etapa de planejamento é o primeiro passo para alcançar a melhoria contínua. Essa fase representa o processo inicial exigido na implantação de qualquer SGA em uma organização que busca a certificação da ISO 14001. Dessa forma, o presente trabalho tem o objetivo de revisar e atualizar a principal ferramenta do requisito 6.1.2 da Norma, o Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais - LAIA, que é de fundamental importância para a implantação e implementação do SGA.

Aspecto ambiental é o elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que interage ou pode interagir com o meio ambiente (ABNT, 2015).

No que tange ao conceito “impacto”, da perspectiva legal, a Resolução CONAMA nº 001/1986, em seu artigo 1, define impacto ambiental como:

(...) qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetem: I) a saúde, a segurança e o bem estar da população; II) as atividades sociais e econômicas; III) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; IV) a qualidade dos recursos ambientais. (BRASIL, 1986)

Segundo as orientações de uso da Norma, as alterações para o meio ambiente, adversas ou benéficas, que resultem total ou parcialmente dos aspectos ambientais, são chamadas de impactos ambientais. A relação entre os aspectos e impactos ambientais é de causa e efeito (ABNT, 2015).

A determinação dos aspectos ambientais significativos é um processo contínuo, o que melhora o entendimento da organização da sua relação com o meio ambiente e

contribui para a melhoria contínua do desempenho ambiental da organização, através de aprimoramento de seu Sistema de Gestão Ambiental (ISO, 2016b).

Através de procedimento interno (IT-200-03), são identificados os aspectos e avaliados os impactos ambientais associados a estes, sendo descrita a sistemática para gerenciamento dos mesmos. A metodologia para a caracterização dos aspectos ambientais da Triunfo Concepa é baseada, atualmente, nos critérios listados abaixo:

Tipo de controle exercido

Incidência Direta (D) - Impactos decorrentes das atividades da empresa sobre as quais exerce controle.

Incidência Indireta (I) - Impactos decorrentes de atividades de terceiros, sobre as quais a empresa exerce apenas influência.

Situação operacional

Relaciona a situação em que ocorre o impacto ou a atividade a ele associado.

Normal (N) - Relativos à rotina diária, inclusive manutenção.

Anormal (A) - Associados a operações não rotineiras (reformas de instalações, obras de manutenção, alterações em rotinas por motivos específicos).

Emergência (E) - Associados a situações não planejadas, de emergência inerentes à atividade/operação e com potencial de causar impacto ambiental.

Temporalidade

Determina em que tempo o aspecto ambiental foi gerado:

Passado (P) - Impacto identificado no presente, porém decorrente de atividade desenvolvida no passado e que tenha gerado algum passivo.

Atual/Presente (A) - Impactos de atividades e processos no presente (decorrente de atividade atual).

Futuro (F) - Impactos/danos previsíveis de alterações de processo, operações, atividades, produtos e serviços a serem implementados.

Para avaliação do impacto, é atribuída uma pontuação para cada um dos seguintes critérios:

Severidade

Apresenta a gravidade do impacto ambiental associado ao aspecto relacionado.

Alta (5) - Causa modificações severas ao meio ambiente ou cujos efeitos são considerados irreversíveis devido ao longo prazo ou elevado custo para remediação.

Média (3) - Causa modificações relevantes cujos efeitos alteram de forma significativa o meio ambiente, mas podem ser revertidos em médio prazo.

Baixa (1) - Causa pequenos danos ou danos desprezíveis ao meio ambiente, reversíveis em um pequeno intervalo de tempo e que podem ser mitigados por ação imediata e/ou pela simples regeneração do próprio meio.

Frequência

Contínua (5) - O aspecto ambiental ocorre frequentemente. Eventos regulares e repetitivos, consumos ininterruptos.

Periódica (3) - O aspecto ambiental ocorre periódica ou regularmente, eventos planejados que ocorrem em intervalos de tempo com alguma regularidade.

Esporádica (1) - O aspecto ambiental ocorre rara ou esporadicamente, eventos não planejados e eventuais que ocorrem sem regularidade.

Abrangência

Global (5) - Aquele cujos efeitos do impacto ambiental atingem um componente ambiental de importância coletiva, nacional ou até mesmo internacional.

Regional (3) - Aquele cujos efeitos do impacto ambiental se propagam por uma área além das imediações do sítio onde se dá a ação.

Local (1) - Aquele cujos efeitos do impacto ambiental se fazem sentir apenas na própria organização onde se deu a ação e suas imediações.

Probabilidade

Apresenta a probabilidade de ocorrência do aspecto associado ao impacto ambiental analisado. Ao analisar as atividades, é observado com que frequência ocorrem os aspectos ambientais. Para aspectos emergenciais, deve-se considerar a probabilidade de ocorrência e não a frequência.

Provável (5) - Existe relato de acontecimentos do evento no período de 01 ano.

Remota (3) - Existe relato de acontecimentos do evento no período entre 01 ano e 03 anos.

Improvável (1) - Existe relato de acontecimentos do evento somente em períodos acima de 03 anos ou mais.

A classificação dos aspectos ambientais quanto à sua significância é obtida através da multiplicação entre os conceitos determinados para os critérios de severidade, probabilidade e frequência de cada impacto ambiental. De acordo com o resultado, o aspecto ambiental é classificado, conforme segue:

Acima de 45 - Aspecto ambiental significativo (S)

Até 45 - Aspecto ambiental não significativo (N)

Com base nos critérios descritos acima, a “Matriz de Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais (RQ 200-04) é atualmente estruturada, conforme exposto na Figura 8.

Figura 8 - Cabeçalho da Matriz de Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais – LAIA.

Área	Processo	Atividade	Aspecto ambiental Caracterização				Impacto ambiental associado	Avaliação do impacto			Classificação	Controle(s) operacional(is) existente(s)
			Descrição	Tipo de controle	Situação	Temporalidade		Severidade	Frequência/ Probabilidade	Abrangencia		

Fonte: CONCEPA, 2018d.

Para os aspectos ambientais significativos, foram informados os controles operacionais existentes. Segundo Gallardo (2004), o sucesso na implementação de medidas de prevenção e mitigação remete à adoção de um detalhado programa de monitoramento ambiental e ao rigoroso controle de sua realização.

Atualmente, para cumprir o requisito 4.3.1 da ISO 14001:2004, as atividades da organização são avaliadas através da matriz de levantamento de aspectos e impactos ambientais, apresentada na Tabela 2. Foram selecionadas 3 (três) atividades para a realização deste trabalho, quais sejam: utilização da rodovia pelos usuários; conservação da faixa de domínio e armazenamento temporário de resíduos.

A seleção destas 3 (três) atividades considerou a relevância das mesmas dentro do escopo do SGA, sendo diretamente relacionadas ao ramo de atuação da empresa. Também foi levado em consideração a relação delas com o meio ambiente, devido a significância dos impactos envolvidos na operação da rodovia.

Destaque neste Levantamento de Aspectos Ambientais, a “Utilização da rodovia pelos usuários (Atividade 1)” consta no documento “Plano de Exploração da Rodovia - PER”, o qual prioriza as condições do usuário (ANTT, 2015). Além disso, estabelece que o objetivo principal da concessão é ter uma rodovia confortável, segura, condizente e adequada às circunstâncias da época, respeitando as condições sócio-econômicas médias do usuário, ou seja, é a principal atividade da empresa.

A “Conservação da faixa de domínio (Atividade 2)” se caracteriza pela manutenção do canteiro central e faixas de domínio. Essas ações têm como objetivo manter essas áreas adequadamente tratadas, sob os aspectos de segurança, controle de acessos e paisagismos, visando assegurar a proteção física e operacional da rodovia, prolongando a sua vida útil e de seus elementos.

O “Armazenamento temporário de resíduos (Atividade 3)” consiste na coleta e armazenamento dos resíduos sólidos coletados na rodovia. O armazenamento temporário ocorre na Área de Depósito Temporário de Resíduos (ADTR), que é organizada e mantida, conforme descrito no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) da empresa. Esta central é exclusiva para resíduos Classe II – não perigosos, conforme a ABNT NBR 10004, que classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública (ABNT, 2004b).

Tabela 2 - Atual Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais.

Área	Processo	Atividade	Aspecto ambiental Caracterização				Impacto ambiental associado	Avaliação do impacto			Classificação	Controle(s) operacional(s) existente(s)
			Descrição	Tipo de controle	Situação	Temporalidade		Severidade	Frequência/Probabilidade	Abrangência		
Operacional	Operação	1. Utilização da Rodovia pelos usuários	Vazamento de produtos perigosos líquidos na rodovia	I	E	A	Alteração da qualidade do solo e da água subterrânea	5	3	3	N	Plano de Ação de Emergência (PAE)
			Vazamento de produtos perigosos líquidos em recurso hídrico	I	E	A	Alteração da qualidade do recurso hídrico	5	3	5	S	PAE
			Vazamento de óleo/graxa	I	E	A	Alteração da qualidade do solo e da água subterrânea	5	3	3	N	PAE
			Dispersão de produtos perigosos sólidos na rodovia	I	E	A	Alteração da qualidade do solo e da água subterrânea	5	3	3	N	PAE
			Dispersão de produtos perigosos sólidos em recurso hídrico	I	E	A	Alteração da qualidade do recurso hídrico	5	3	3	N	PAE
			Risco de incêndio/explosão	I	E	A	Alteração da qualidade do ar, solo e água, impacto visual, desconforto e inconveniência para a circunvizinhança	5	5	3	S	PAE
			Incêndio na vegetação	I	E	A	Alteração da biodiversidade, impacto visual, desconforto e inconveniência para a circunvizinhança	5	5	3	S	PAE
			Geração de emissões atmosféricas (escapamento de veículos)	I	N	A	Alteração da qualidade do ar, aquecimento global, mudança climática	3	5	3	N	
			Geração de resíduos pelos usuários	I	N	A	Alteração da qualidade do solo	3	5	5	S	Destinação para local ambientalmente correto
			Geração de resíduos de pneus	I	A	A	Alteração da qualidade do solo	3	5	3	N	Destinação para local ambientalmente correto
Manutenção e conservação do trecho	Manutenção e/ou conservação do trecho	2. Conservação da faixa de domínio	Supressão de vegetação	I	N	A	Alteração da biodiversidade	5	3	5	S	Seguir as condicionantes de licença
			Geração de resíduos pelos usuários	I	N	A	Alteração da qualidade do solo	3	5	5	S	Coletas diárias Destinação ambientalmente correta
			Geração de resíduos pela comunidade	I	N	A	Alteração da qualidade do solo	3	5	3	N	Coletas diárias Destinação ambientalmente correta
			Uso e ocupação do solo	I	N	A	Alteração da qualidade do solo	5	3	5	S	Seguir as condicionantes de licença
		3. Armazenamento temporário de resíduos	Armazenamento de resíduos eletroeletrônicos	I	N	A	Alteração da qualidade do solo	5	5	3	S	Destinação para local ambientalmente correto
			Derramamento de resíduos não perigosos (Plástico, metálicos, vidro, papel, papelão, orgânicos)	I	N	A	Alteração da qualidade do solo e água	3	5	3	N	Vistoria na central de resíduos Coleta seletiva Destinação ambientalmente correta
			Geração de madeira	I	N	A	Alteração da qualidade do solo	5	5	3	S	Vistoria na central de resíduos Coleta seletiva Destinação ambientalmente correta
			Geração de resíduos de variação	I	N	A	Alteração da qualidade do solo	3	1	3	N	Recolhimento e destinação para local ambientalmente adequado
			Dispersão de resíduos não perigosos no solo	I	A	A	Alteração da qualidade do solo e da água subterrânea	3	1	3	N	Recolhimento e destinação para local ambientalmente adequado

Fonte: CONCEPA, 2018d.

Para essas 3 (três) atividades, existem 19 (dezenove) aspectos considerados, sendo 9 (nove) desses classificados como significativos.

Com a atualização da Norma, houve a necessidade de inserção de novos critérios, os quais não estavam sendo considerados no documento “Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais”, conforme Figura 8, apresentada anteriormente. A Figura 9 apresenta a Matriz atualizada com a inserção dos seguintes aspectos ambientais, quais sejam: controle do ciclo de vida; significância cultural e classe. Ressalta-se que os critérios anteriormente considerados, foram mantidos na avaliação dos impactos ambientais.

Figura 9 - Cabeçalho atualizado da matriz de Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais – LAIA.

Área	Processo	Atividade	Aspecto ambiental Caracterização						Impacto ambiental associado	Avaliação do impacto			Classificação	Controle(s) operacional(is) existente(s)
			Controle do Ciclo de Vida	Descrição	Tipo de controle	Situação	Temporalidade	Significância Cultural		Classe	Descrição	Severidade		

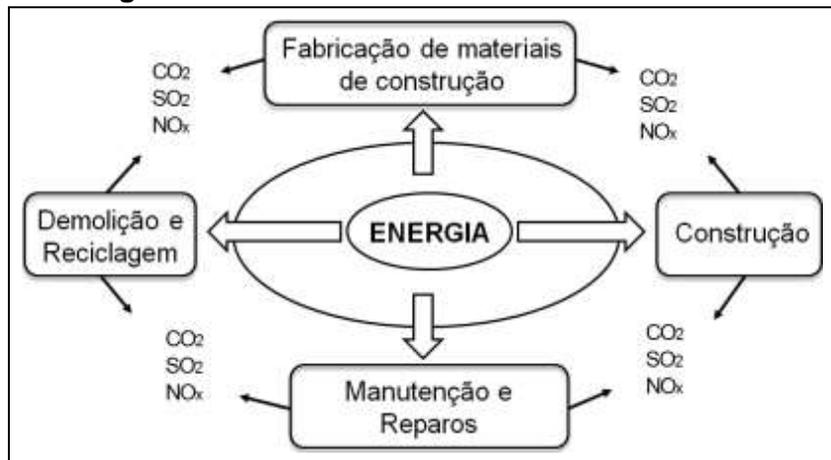
Fonte: Autor, 2018.

A primeira mudança realizada na matriz foi a inclusão do critério “**Controle do Ciclo de Vida**”. Segundo a ISO 14004:2016, ao aplicar uma perspectiva de ciclo de vida de seus produtos e serviços, a organização deve considerar o grau de controle e influência que tem sobre os estágios do ciclo de vida.

Em suas orientações de uso (Anexo A), a ABNT NBR ISO 14001:2015 esclarece que uma avaliação detalhada do ciclo de vida não é necessária. Ao analisar o escopo do SGA em questão, entende-se que o estágio do ciclo de vida que a organização possui maior controle é com relação aos produtos que utiliza em suas atividades, sendo responsável pelo uso propriamente dito, a forma de utilização, o descarte e o método de eliminação destes produtos.

Ainda assim, é importante se ter uma visão geral do que está envolvido no ciclo de vida de uma rodovia, o que é possível através da observação da Figura 10. Ao considerarmos este contexto atrelado à Triunfo Concepa, por se tratar de um serviço, entende-se que as atividades estão inseridas na etapa de operação (manutenção e reparos) deste ciclo.

Figura 10 - Ciclo de vida das rodovias e limite do sistema.



Fonte: Adaptado de PARK, et al. 2003.

Considerando o exposto, foi usada a perspectiva do ciclo de vida no que tange as atividades da organização, para que seja mantido o foco no escopo deste SGA.

Dependendo do controle que a organização possui sob o ciclo de vida dos produtos atrelados às suas atividades, será classificado como:

Influenciável - A organização possui controle sob alguma das etapas do ciclo de vida dos produtos atrelados à esta atividade.

Não influenciável - A organização não possui controle sob o ciclo de vida de nenhum dos produtos atrelados à esta atividade.

O conceito de “**Significância Cultural**” foi considerado para estimar o valor de um local. Os locais que provavelmente serão considerados significativos são aqueles que ajudam a compreensão do passado, ou enriquecem o presente, e que serão úteis para as gerações futuras (TSUNOKAWA e HOBAN, 1997). Este conceito remete-se a visão geral do ciclo de vida de uma rodovia.

A avaliação de significância é a base para determinar qualquer ação que proteja os lugares culturais e que seja parte integrante de um plano de gerenciamento do local. Requer conhecimento profundo de arte e história arquitetônica, história social e conhecimento de materiais (TSUNOKAWA e HOBAN, 1997). Este novo critério classifica a significância cultural dos aspectos em:

Valor estético (E) – Envolvem um local que é moldado pelo histórico cultural, o design, o nível de manufatura e pela preferência dos usuários, sendo um atrativo para o público em geral.

Valor histórico (H) - Envolvem um local marcado por uma cultura, grupo, período de tempo ou tipo de atividade humana, podendo até estar associado a um indivíduo em particular.

Valor científico (C) - Este valor dependerá da importância dos dados que podem ser obtidos no local envolvido, mais especificamente raridade, qualidade ou representatividade.

Valor social (S) - Este conceito abrange as qualidades pelas quais um lugar se torna foco para um determinado grupo pelo seu significado político, religioso, nacional ou cultural.

Também foi inserido o critério “**Classe**” devido a nova abordagem da Norma ABNT NBR ISO 14001:2015, onde estabelece no requisito 6.1 que a organização deve determinar os riscos e oportunidades relacionados aos seus aspectos ambientais. Este critério tem o objetivo de detectar efeitos potenciais adversos (ameaças) e efeitos potenciais benéficos (oportunidades), com isso, os aspectos são classificados em:

Benéfico (B) – O aspecto pode ter efeitos potenciais benéficos.

Adverso (A) – O aspecto pode ter efeitos potenciais adversos.

Caso os aspectos gerem riscos e oportunidades para o SGA, deverão ser elaborados planos de ação para sua abordagem, a fim de assegurar que o Sistema possa alcançar os resultados pretendidos e a melhoria contínua.

Com a reconsideração dos impactos associados aos aspectos das atividades selecionadas e a inserção dos novos critérios, a matriz reformulada passa a se estruturar da seguinte forma, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Matriz de avaliação de impactos ambientais reformulada.

Área	Processo	Atividade	Aspecto ambiental Caracterização						Impacto ambiental associado		Avaliação do impacto			Controle(s) operacional(is) existente(s)		
			Controle do Ciclo de Vida	Descrição	Tipo de controle	Situação	Temporalidade	Significância Cultural	Classe	Descrição	Severidade	Frequência/Probabilidade	Abrangência		Significativo	
Operacional	Operação	1. Utilização da Rodovia pelos usuários	Não Infranqueável	Vazamento de produtos perigosos líquidos na rodovia	I	E	A	C	A	Alteração da qualidade do solo e da água subterrâneas	5	3	3	N	PAE	
				Vazamento de produtos perigosos líquidos em recurso hídrico	I	E	A	C	A	Alteração da qualidade do recurso hídrico	5	3	5	N	PAE	
				Vazamento de óleo/grixa	I	E	A	C	A	Alteração da qualidade do solo e da água subterrâneas	5	3	3	N	PAE	
				Dispersão de produtos perigosos sólidos na rodovia	I	E	A	C	A	Alteração da qualidade do solo e da água subterrâneas	5	3	3	N	PAE	
				Dispersão de produtos perigosos sólidos em recurso hídrico	I	E	A	C	A	Alteração da qualidade do recurso hídrico	5	3	3	N	PAE	
				Risco de incêndio/explosão	I	E	A	C	A	Alteração da qualidade do ar, solo e água, impacto visual, desconforto e inconveniência para a circunvizinhança	5	5	3	N	PAE	
				Incêndio na vegetação	I	E	A	C	A	Alteração da biodiversidade, impacto visual, desconforto e inconveniência para a circunvizinhança	5	5	3	N	PAE	
				Geração de emissões atmosféricas (escapamento de veículos)	I	N	A	C	A	Alteração da qualidade do ar, aquecimento global, mudança climática	3	5	5	N	Relatório de Sustentabilidade - GEE	
				Geração de resíduos pelos usuários	I	N	A	E, C	A	Alteração da qualidade do solo	3	5	5	N	Destinação para local ambientalmente correto	
				Geração de resíduos de pneus	I	A	A	C	A	Alteração da qualidade do solo	3	5	3	N	Destinação para local ambientalmente correto	
				Geração de ruído	I	N	A	C	A	Alteração do ambiente sonoro	3	3	3	N	Monitoramento dos níveis de ruído	
				Dúvidas e ansiedade sobre as implicações do empreendimento	I	N	F	S	A	Dinamização da economia regional, alteração da qualidade de vida	3	5	3	N	Relatório de Ouvidoria	
				Atropelamento de animais	I	A	A	C	A	Alteração da biodiversidade (fauna)	5	1	1	N	Controle de Atropelamentos/ Monitoramento da Fauna	
				Perfuração ou abastecimento da fauna	I	N	P	C	A	Alteração da biodiversidade (fauna)	3	3	5	N	Monitoramento da Fauna	
				Manutenção e conservação do trecho	Manutenção e/ou conservação do trecho	2. Conservação da faixa de domínio	Não Infranqueável	Supressão de vegetação	I	N	A	E, C	A	Alteração da biodiversidade	5	3
Geração de resíduos pelos usuários	I	N	A					E, C	A	Alteração da qualidade do solo	3	5	5	N	Coletas diárias Destinação ambientalmente correta	
Geração de resíduos pela comunidade	I	N	A					E, C	A	Alteração da qualidade do solo	3	5	3	N	Coletas diárias Destinação ambientalmente correta	
Uso e ocupação do solo	I	N	A					E, C	A	Alteração da qualidade do solo	5	3	5	N	Seguir as condicionantes de licença	
Destinação para local ambientalmente correto	I	N	A					E, C	A	Alteração da qualidade do solo	5	3	5	N	Destinação para local ambientalmente correto	
3. Armazenamento temporário de resíduos	Infranqueável	Armazenamento de resíduos eletroeletrônicos	I			N		A	C	A	Alteração da qualidade do solo	5	5	3	N	Coletas diárias Destinação ambientalmente correta
		Armazenamento de resíduos não perigosos (Plástico, metálicos, vidro, papel, papelão, orgânicos)	I			N		A	E, C	A	Alteração da qualidade do solo e água	3	5	3	N	Visoria na central de resíduos Coleta seletiva Destinação ambientalmente correta
		Geração de madeira	I			N		A	E, C	A	Alteração da qualidade do solo	5	5	3	N	Visoria na central de resíduos Coleta seletiva Destinação ambientalmente correta
		Geração de resíduos de varrição	I			N		A	E, C	A	Alteração da qualidade do solo	3	1	3	N	Recolhimento e destinação para local ambientalmente adequado
		Dispersão de resíduos não perigosos no solo	I			A		A	E, C	A	Alteração da qualidade do solo e da água subterrâneas	3	1	3	N	Recolhimento e destinação para local ambientalmente adequado
Destinação de Resíduos	D	N	A	C	B	Alteração da qualidade do solo	3	5	1	N	Sistema MTR Online					

Fonte: Autor, 2018.

A Matriz passa a ter um total de 24 (vinte e quatro) aspectos identificados, sendo 10 (dez) destes classificados como significativos. Os dados que foram inseridos ou alterados estão destacados na Matriz e serão discutidos a seguir.

A organização não possui controle sob o ciclo de vida de nenhum dos produtos atrelados à “Utilização da rodovia pelos usuários (Atividade 1)”. Um dos aspectos existentes para essa atividade foi reavaliado.

O impacto ambiental associado à “Geração de emissões atmosféricas” passa a ser significativo, pois é reconsiderada a abrangência do aspecto. Tendo em vista que o setor de transportes é o maior responsável pela geração de poluentes lançados na atmosfera (EPE, 2017), a abrangência que era classificada como “regional”, torna-se “global”. Conforme Piva (2010), o dióxido de carbono (CO₂), principal gás do efeito estufa, é produzido pela queima de combustíveis fósseis, sendo o mais importante dos poluentes responsáveis pelo aquecimento global. O autor ainda enfatiza que, segundo especialistas, se quisermos evitar níveis perigosos de aquecimento global, temos de cortar as emissões de CO₂ de 80% a 90% até 2050.

Este aspecto não possuía um controle operacional existente, então foi definido o Relatório de Sustentabilidade – GEE (Gases de Efeito Estufa) ou GHG (*greenhouse gases*) como forma de monitoramento. Este relatório apresenta o inventário de GEE da Triunfo Participações e Investimentos S/A, referente às suas operações durante o ano, elaborado a partir dos conceitos e diretrizes estabelecidos pelas especificações de contabilização e quantificação do Programa Brasileiro GHG Protocol e em conformidade com a ISO 14064-1, Norma que orienta as organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa. Surge aqui uma oportunidade de melhoria, sendo possível a implantação de um programa de incentivo a combustíveis renováveis, com o propósito de impulsionar o uso de veículos híbridos e elétricos.

Foram inseridos 4 novos aspectos ambientais que não eram considerados nesta atividade, descritos abaixo:

A “Geração de ruído” pode causar alteração no ambiente sonoro, conseqüentemente, pode gerar desconforto e inconveniência para a circunvizinhança. Os ruídos causados pelo tráfego de veículos podem variar a pressão sonora com o tipo

de revestimento do asfalto e o tipo de veículo. Através de medições de ruídos em rodovias, são encontrados valores de 79 a 84 decibéis (dB) (SPECHT et al., 2007). Com ruídos acima de 70 dB, o organismo fica sujeito a estresse degenerativo, além de poder abalar a saúde mental (CALIXTO E RODRIGUES, 2004 *apud* ZILIO, 2012). O monitoramento dos níveis de ruído é o controle operacional existente para este aspecto, havendo a oportunidade de implantar um programa de controle de ruídos.

“Dúvidas e ansiedade sobre a implicação do empreendimento” podem causar a dinamização da economia regional e alteração da qualidade de vida, pois este empreendimento refere-se a uma das principais rodovias do estado do Rio Grande do Sul, com uma área de concessão correspondente a 3.928 km², onde vivem, aproximadamente, 2 milhões de habitantes (IBGE, 2010). Tendo em vista a influência do empreendimento, é importante a inserção deste aspecto. Como controle operacional, relacionado à “Comunicação Externa”, item 7.4.3 da ABNT NBR ISO 14001:2015, as possíveis reclamações sobre o empreendimento poderão ser monitoradas pela ouvidoria, através de formulário disponível no site, via telefone, ou ainda pessoalmente na sede da empresa.

Sánchez (2003), *apud* Gallardo (2004), considera os principais efeitos e impactos induzidos por um empreendimento rodoviário. Através de suas considerações para a fase de operação de uma rodovia, foram inseridos dois aspectos relacionados à fauna: “Atropelamento de animais” e “Perturbação ou afugentamento da fauna”. Ambos aspectos podem provocar alteração na biodiversidade, causando impactos na fauna. Como controle operacional, por meio da contratação de consultoria ou parcerias com Instituições de Ensino, poderá ser realizado o controle dos atropelamentos e o monitoramento da fauna.

Com relação à “Conservação da faixa de domínio (Atividade 2)”, a organização não possui controle sob o ciclo de vida de nenhum dos produtos atrelados à essa atividade. Para o aspecto de supressão vegetal, há a oportunidade de implantar um projeto de reposição florestal. Os demais aspectos já existentes foram mantidos.

A organização possui controle da disposição final dos produtos atrelados ao “Armazenamento temporário de resíduos (Atividade 3)” e, por isso, o controle do ciclo de vida é classificado como influenciável. Para esta atividade, foi inserido um novo

aspecto ambiental, a “Destinação de resíduos”. Até então, este era citado apenas como controle operacional de outros aspectos. Neste levantamento, foi o único classificado como benéfico. O controle operacional é realizado através do Sistema de Manifesto de Transporte de Resíduos – MTR ONLINE, instituído pela Portaria FEPAM nº 033 (FEPAM, 2018). O destinador final emite um certificado no Sistema Online, atestando a tecnologia aplicada aos resíduos sólidos recebidos.

De modo geral, a maioria dos aspectos foram classificados como adversos, com impactos decorrentes de atividades de terceiros. Percebe-se que as atividades selecionadas relacionam-se entre si, uma exercendo influência à outra, pois são procedimentos e práticas vinculados à operação de uma rodovia.

Entre os novos critérios, a significância cultural deve ser ressaltada, pois este acaba se tornando uma outra forma de adotar a perspectiva do ciclo de vida, sendo uma das mudanças mais relevantes trazidas por esta edição da Norma. Para determinar a significância cultural, é preciso ter uma visão geral das implicações do empreendimento, não somente na fase de operação, e sim no ciclo de vida da rodovia como um todo.

Concluída a etapa da identificação dos aspectos ambientais, a Norma estabelece que é necessário fazer a abordagem dos riscos e oportunidades e, para isso, além do que já foi identificado nessa discussão, recomenda-se a adoção de uma metodologia mais focada nesse ponto, levando em conta a determinação destes aspectos juntamente com os requisitos legais, de forma a possibilitar o desenvolvimento dos planos de ação.

CONCLUSÃO

A temática da gestão ambiental e da conservação ambiental não tende a ser um fato passageiro ou um modismo empresarial, tendo em vista o objetivo da Norma ABNT NBR ISO 14001:2015, que pretende fornecer de forma estável o conjunto de requisitos aqui apresentados para, pelo menos, os próximos 10 (dez) anos.

A tendência de preservação ambiental e ecológica por parte das organizações deve continuar de forma permanente e definitiva. A gestão ambiental tornou-se e

deverá tornar-se, em ritmo crescente, importante instrumento de gerenciamento no sentido de tornar as empresas competitivas.

A implementação de um Sistema de Gestão é imprescindível para todas as organizações, visto que não é possível administrar sem organizar, sem pensar e refletir. Nesse segmento, a Norma torna possível a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental consistente para alcançar os objetivos ambientais.

Embora a edição de 2015 esteja trazendo alguns novos requisitos que só a leitura minuciosa da Norma permitirá identificar totalmente, pode-se concluir que muitas das alterações resumiram-se apenas em tornar claras diversas práticas que as organizações já aplicavam.

Entre os desafios da atualização, a inserção da perspectiva do ciclo de vida no ramo da organização aqui estudada é um ponto a ser considerado, pois há uma maior facilidade em aplicar esta perspectiva quando se trata de um processo produtivo. Porém, tratando-se de um serviço, demanda maior amadurecimento por parte da organização, pois torna-se um critério bastante subjetivo.

O trabalho trouxe uma maior compreensão acerca dos sistemas de gestão ambiental, especialmente para a fase de planejamento, base inicial na busca dos resultados pretendidos pelo sistema. É através desta etapa que será possível mapear os impactos causados pela empresa e agir para a redução destes.

Por fim, almeja-se que os resultados alcançados neste trabalho sirvam de apoio para que empresas do ramo implementem seus respectivos Sistemas de Gestão Ambiental, baseados na versão 2015 da ABNT NBR ISO 14001.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). **Programa de Exploração da Rodovia - PER. Rodovia BR-290/RS Trecho: Osório - Guaíba.** Documento. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/backend/galeria/arquivos/PER_atualizado__Concepa.pdf>. Acesso em: 18 mar 2018.

ALBERTON, A. **Meio Ambiente e desempenho econômico-financeiro: Impacto da ISO 14001 nas Empresas Brasileiras.** 2003. 285p. Tese – Doutorado -

Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) *NBR 14001: Sistemas de Gestão Ambiental - Requisitos com orientação para uso*. Norma ABNT. Rio de Janeiro, 2004a. Disponível em: <<http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasghislaine/iso-14001-2004.pdf>>. Acesso em: 2 mar 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) *NBR 10004: Resíduos Sólidos - Classificação*. Norma ABNT. Rio de Janeiro. 2004b. Disponível em: <http://www.suape.pe.gov.br/images/publicacoes/normas/ABNT_NBR_n_10004_2004.pdf>. Acesso em: 4 abr 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 14001: Sistemas de Gestão Ambiental - Requisitos com orientação para uso*. Norma ABNT. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:en>>. Acesso em: 2 mar 2018.
- ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE CERTIFICAÇÃO (APCER). *Guia do Utilizador ISO 14001:2015. Apostila APCER*. Portugal, 2016. Disponível em: <https://www.apcergroup.com/portugal/images/site/graphics/guias/apcer_gui_a_14001.pdf>. Acesso em: 25 mar 2018.
- BLACKESTAM, A., & OLOFSSON, A. *Environmental certification - why do companies seek it? A comparative case study of ISO 14001 certified companies in Umeå*, 2013. 111p. Artigo - Umeå School of Business and Economics. Umeå, 2013.
- BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). *Resolução CONAMA Nº. 001 de 23 de janeiro de 1986*. Brasília. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 6 abr 2018.
- BRIGGS, S. L. *ISO 14001:2015 - Key Changes*. TC 207 - Apresentação em Workshop . Nova Delhi, 2015. Disponível em: <<https://committee.iso.org/files/live/sites/tc207sc1/files/TC207%20SC1%20ISO%2014001%20workshop%20on%20changes%208%20Sept%202015%20slides.pdf>>. Acesso em: 19 mar 2018.
- BRITISH STANDARDS INSTITUTION (BSI). *Moving from ISO 14001:2004 to ISO 14001:2015*. Apostila - BSI Training. Londres, 2015. Disponível em: <<https://www.bsigroup.com/LocalFiles/en-GB/iso-14001/Revisions/ISO-14001-transition-guide-July-2015-FINAL.pdf>>. Acesso em: 15 abr 2018.

BRUNDTLAND, G. H. **Report of the World Commission on environment and development: "Our common future"**. Relatório - Organização das Nações Unidas (ONU), 1987. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>>. Acesso em: 11 mar 2018.

BUREAU VERITAS QUALITY INTERNATIONAL (BVQI). **Top management - environmental managers technical guide**. Apostila- BVQI. Paris, 2015.

CONCESSIONÁRIA DA RODOVIA OSÓRIO - PORTO ALEGRE S.A (CONCEPA). **Manual do Sistema de Gestão Integrada**. Documento Interno – Triunfo Concepa. Rio Grande do Sul, 2018a.

CONCESSIONÁRIA DA RODOVIA OSÓRIO - PORTO ALEGRE S.A (CONCEPA). **Certificados do Sistema de Gestão Integrada**. Documento Interno – Triunfo Concepa. Rio Grande do Sul, 2018b.

CONCESSIONÁRIA DA RODOVIA OSÓRIO - PORTO ALEGRE S.A (CONCEPA). **Política do Sistema de Gestão**. Documento Interno – Triunfo Concepa. Rio Grande do Sul, 2018c.

CONCESSIONÁRIA DA RODOVIA OSÓRIO - PORTO ALEGRE S.A (CONCEPA). **Registro de Qualidade 200-04**. Documento Interno – Triunfo Concepa. Rio Grande do Sul, 2018d.

DA SILVA, L. C., & DE MELO, D. D. **O processo de avaliação de aspectos e impactos ambientais em um Sistema de Gestão Ambiental com referência na ISO 14001**. *Revista DELOS: Desarrollo Local Sostenible*. 2017. Disponível em: <<http://www.eumed.net/rev/delos/28/ISO14001.html>>. Acesso em: 2 mai 2018.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balço Energético Nacional 2017: ano base 2016**. Relatório - EPE. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf>. Acesso em: 29 mai 2018.

ENQUITA, M. F. **A face oculta da escola: educação e trabalho no capitalismo**. Editora Artes Médicas do Sul. Porto Alegre, 1989.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER (FEPAM). **Licença de Operação Nº. 2056/2014-DL. Operação de Trecho da Rodovia BR-290 "Freeway" Segmento de Osório à Eldorado do Sul**. Documento - FEPAM. Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em: <http://ww2.fepam.rs.gov.br/doclics/signed/2016/754874_signed.pdf>. Acesso em: 22 mar 2018

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER (FEPAM). **Portaria FEPAM Nº 33 DE 23/04/2018: Aprova o Sistema de**

- Manifesto de Transporte de Resíduos - Sistema MTR Online e dispõe sobre a obrigatoriedade de utilização do Sistema no Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências.** Documento - FEPAM. Porto Alegre, 2018. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=359329>>. Acesso em: 22 mar 2018.
- GALLARDO, A. L. C. F. **Análise das práticas de gestão ambiental da construção da pista descendente da Rodovia dos Imigrantes.** 295p, Tese - Doutorado em Engenharia. Escola Politécnica- Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2010.** Documento - Biblioteca IBGE. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/pt/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=7552>>. Acesso em: 29 mai 2018.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **TC 207/SC 1 - Why was ISO 14001 revised.** Publicação em site, 2018. Disponível em: <<https://committee.iso.org/sites/tc207sc1/home/projects/published/iso-14001---environmental-manage/why-was-the-standard-revised.html>>. Acesso em: 20 mar 2018.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **The ISO Survey of Management System Standard Certifications 2016.** Relatório – ISO, 2016a.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **14004:2016 Environmental management systems- General guidelines on principles, systems and supporting.** Norma – ISO, 2016b.
- NAHUZ, M. A. O Sistema ISO 14000 e a certificação ambiental. **Revista de Administração de Empresas (RAE), vol.35, n.6, p.55-66.** 1995. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rae/v35n6/a07v35n6.pdf>>. Acesso em: 13 mar 2018.
- NETO, A. S., DE SOUZA CAMPOS, L. M., & SHIGUNOV, T. **Fundamentos da Gestão Ambiental.** Editora Ciência Moderna. Rio de Janeiro, 2009.
- OLIVEIRA, O. J., & PINHEIRO, C. R. Implantação de sistemas de gestão ambiental ISO 14001: uma contribuição da área de gestão de pessoas. **Revista Gestão & Produção, vol.17, n.1, p.51-6.** São Carlos, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v17n1/v17n1a05.pdf>>. Acesso em: 20 mar 2018.
- PARK, K. Quantitative assessment of environmental impacts on life cycle of highways. **Journal of construction engineering and management, v. 129, n.1, p 25-31.** 2003.
- PIVA, R. B. **Economia ambiental sustentável: os combustíveis fósseis e as alternativas energéticas.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Econômicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto

Alegre, 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/26107>>. Acesso em: 21 mai 2018.

ROMAN, M. **Avaliação de impactos ambientais de rodovias: análise de projetos de ampliação da capacidade rodoviária e proposição de diretrizes para o licenciamento ambiental**. Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Porto Alegre, 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/151321>>. Acesso em: 22 mar 2018.

SEIFFERT, M. E. **Gestão Ambiental: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental**. Editora Atlas. São Paulo, 2010.

SEIFFERT, M. E. **ISO 14001 Sistemas de Gestão Ambiental - Implantação objetiva e econômica**. Editora Atlas. São Paulo, 2006.

SPECHT, L. P., KOHLER, R., KHATCHATOURIAN, O. A., CALLAI, S. C., & CERATTI, J. A. Avaliação do ruído causado pelo tráfego de veículos em diferentes rodovias. In: **Anais do XXI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**. Rio de Janeiro, 2007.

STICHTING COORDINATE CERTIFICATIE MILIEU (SCCM). **Making the transition to ISO 14001:2015**. Apostila SCCM. Den Haag, 2016. Disponível em: <https://www.sccm.nl/sites/default/files/BM20-SCCM_N150506_Transition_to_ISO_14001-2015_EN_16Jun16.pdf>

TSUNOKAWA, K., & HOBAN, C. **Roads and the environment: a handbook. World Bank Technical Paper**. Washington, 1997.

TÜV SÜD America Inc. **Navigating ISO 14001:2015**. Alemanha, 2015. Disponível em: <<http://www.tuv-sud-america.com/uploads/images/1418760108384850270824/iso140012015-whitepaper-us-final.pdf>>. Acesso em: 16 mar 2018.

ZILIO, J. L. **Estudo das condições acústicas em praças de alimentação de shopping centers na cidade de Porto Alegre**. Especialização. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Engenharia de Segurança do Trabalho. Porto Alegre, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/98109>>. Acesso em: 13 mai 2018.

Quais danos os raios podem causar em nossa vida? Uma sequência didática investigativa

Juliana Gonçalves Leite

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF)
(juliana_gleite@hotmail.com)

Cassiana Hygino Machado

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF)
(cassianabarretohygino@gmail.com)

Renata Lacerda Caldas

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF)
(renata.caldas@iff.edu.br)

Simone Dias Pinto Costa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF)
(simonediaspinto@bol.com.br)

Suzana Maria Santos de Oliveira Alencar

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF)
(suzi1alencar@gmail.com)

Resumo: Este trabalho teve como objetivo investigar quais implicações para a aprendizagem sobre eletrostática, na temática sobre raios, podem ser obtidas com o uso do método estudo de caso, na forma de sequência didática em três passos: 1) leitura e discussão de um caso baseado em fatos reais, sobre tempestades e raios; 2) exposição oral sobre eletrificação, corrente elétrica e diferença de potencial na formação dos raios, com avaliação, por meio de um jogo via aplicativo *Plickers*; 3) retomada à problemática do caso, para solução final proposta pelos alunos. As respostas iniciais e finais foram analisadas com vistas à evolução do conhecimento. A análise das respostas evidenciou que todos os grupos responderam com base no conhecimento empírico. Na retomada do caso, após abordagem dos conceitos físicos, os alunos mudaram a concepção a respeito do caso e passaram a analisá-lo cientificamente. Dessa forma, foi possível verificar que a sequência didática embasada no método de estudo de caso contribuiu para a aprendizagem de conceitos científicos, colaborando para uma aprendizagem mais significativa dos conceitos de eletrostática, de uma forma mais dinâmica em sala de aula. Acredita-se que a eficácia e o sucesso do método possam colaborar para tornar as aulas de física mais motivadas e atraentes.

Palavras-chave: Ensino de Física; Raios; Eletricidade.

What damage can lightning cause in our lives? An investigative teaching sequence

Abstract: The purpose of this study is to investigate which implications for electrostatics' apprenticeship on the Lightning theme can be obtained using the Case Study method by in the form of a didactic sequence: 1) Reading and discussing of a case based on real facts of thunderstorms and lightning; 2) oral exposition about electrification, electric current and potential difference on the lightning's formation, measuring into a game using the *Plickers* app; 3) returning to the problem of the case for the final solution proposed by the students. The initial and final responses have been analyzed with a view to the evolution of knowledge.

The response analysis showed that all groups responded based on empirical knowledge. At the resumption of the case, after approaching the physical concepts, the students changed the case's conception and began to analyze it scientifically. Thus, it was possible to verify that the didactic sequence based on the Case Study method contributed to the learning of scientific concepts, contributing to a more meaningful learning of electrostatic concepts, in a more dynamic way in the classroom. It is believed that the effectiveness and success of the method can collaborate to make physics classes more motivated and attractive.

Keywords: Physics Teaching; Lightning; Electricity.

INTRODUÇÃO

Os alunos, quando chegam no Ensino Médio, encontram grande dificuldade em relacionar-se com os conteúdos apresentados na disciplina de Física. Por isso, a necessidade em se trabalhar a fim de despertar o interesse, trazer para sala de aula a realidade na qual esse aluno está inserido pode dá-lo a oportunidade de transformar um problema social em algo que seja de uso científico (SOUZA; CARVALHO, 2014, p. 3).

Segundo Ribeiro (2005), a dificuldade no ensino de Física está ligada à necessidade de modificações nos conteúdos dos currículos existentes e nos métodos educacionais, sendo que tais mudanças devem ser baseadas em pesquisas científicas.

Com base nessas mudanças, buscou-se utilizar novas práticas pedagógicas à luz das metodologias ativas. Essas metodologias, segundo Berbel (2011), baseiam-se em formas de desenvolver o processo de aprender, utilizando experiências reais ou simuladas, utilizando a problematização como estratégia de aprendizagem e onde o aluno passa a ter autonomia e participação ativa durante todo o processo. Dentre as metodologias ativas, optou-se pelo método estudo de caso.

O estudo de caso contribui para compreendermos melhor os fenômenos individuais, os processos organizacionais e políticos da sociedade, um fenômeno contemporâneo partindo do seu contexto real, utilizando de múltiplas fontes de evidências. Enfim, um estudo de caso consiste em uma história real ou simulada, com dados reais e com perguntas que estimulem a tomada de decisão.

A sequência didática foi aplicada no 3º ano do Ensino Médio do IFF campus Cambuci, onde foi utilizado o estudo de caso sobre o tema raios. Para que um raio possa ocorrer, é necessário que existam cargas de sinais opostos entre nuvens ou entre nuvens e o solo; quando isso ocorre, a atração entre as cargas é tão grande que provoca a descarga elétrica. Tais cargas foram nomeadas de cargas positivas e cargas negativas por Benjamin Franklin, por volta de 1750, século XVIII, quando esse realizou grandes descobertas sobre a eletricidade. Além de identificar o sinal das cargas, positivas e negativas, Franklin demonstrou de modo experimental que os raios são um fenômeno de natureza elétrica (SILVA; BARRETO, 2010, p. 89).

Segundo Delizoicov et al (2002), no processo educativo, teoria e prática se associam e a educação é sempre prática intencionalizada pela teoria. Os conteúdos

passam a ter mais relevância quando os alunos conseguem ver sua funcionalidade por meio de uma prática. Dessa forma, utilizou-se o método estudo de caso para que essa integração da teoria e prática pudesse se tornar possível.

Nesse sentido, o objetivo geral do presente trabalho é investigar quais implicações para a aprendizagem sobre conceitos de eletrostática com a temática raios podem ser obtidas com o uso do método estudo de caso.

Metodologia ativa com enfoque no estudo de caso

Há muitos anos, estudiosos como Ausubel, Freire, Vygotsky e outros vêm pesquisando como acontecem os processos de ensino e de aprendizagem, buscando uma estrutura cognitiva ao invés da aprendizagem mecânica. E é nesse caminho que surgiram práticas pedagógicas inovadoras, denominadas metodologias ativas.

Berbel (2011, p. 29) salienta que as metodologias ativas contribuem com a promoção da autonomia dos estudantes e que o professor atua como facilitador ou orientador para que o estudante faça pesquisa, reflita e decida por ele mesmo. Na utilização de metodologias ativas, há uma inversão de papéis, descentralizando-se o foco no professor e centrando o foco no aluno, exigindo sua participação ativa, desafiando-o e motivando-o para construir sua própria aprendizagem. As metodologias ativas baseiam-se em formas de desenvolver o processo de aprender, utilizando experiências reais ou simuladas, buscando condições de solução de acordo com um contexto, ou seja, utilizam problematização como estratégia de aprendizagem.

Diversas formas de metodologias ativas foram elaboradas e categorizadas como aprendizagens colaborativas e aprendizagens cooperativas. Todas as alternativas de metodologias ativas colocam o aluno diante de problemas e/ou desafios que mobilizam o seu potencial intelectual, indo em busca de informações e levando-o para o desenvolvimento da autonomia.

São muitas as possibilidades de metodologias ativas com potencial de levar os alunos a aprendizagens colaborativas para essa autonomia. O estudo de caso é uma delas. Segundo Salete Linhares Queiroz e Luciana Sá, com esse método os alunos são levados à análise de problema e tomada de decisão. O método de estudo de casos é uma variante do método Aprendizado Baseado em Problemas, também conhecido como Problem Based Learning (PBL), criado no final dos anos 60 na Escola

de Medicina da Universidade de McMaster, Ontário, Canadá onde foi desenvolvido com o objetivo de colocar os alunos em contato com problemas reais, de estimular o pensamento crítico e a habilidade de resolução de problemas, além de desenvolver a aprendizagem da área em questão.

No Brasil, esse método iniciou-se em 1997, inicialmente na Faculdade de Medicina de Marília e a Faculdade de Medicina do Centro de Ciências da Saúde da Universidade de Londrina. Atualmente, o estudo de caso atua em várias áreas. Com muitas variantes do PBL, o estudo de caso é um método que oferece aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem e investigar aspectos científicos e sócio científicos, presentes em situações reais ou simulados. Utiliza-se narrativas que são denominados casos (QUEIROZ; SÁ, 2010, p. 11).

Um estudo de caso é uma história de um fenômeno passado ou atual, elaborado a partir de fontes seguras e é sustentado por um referencial teórico, que orienta as questões e preposições do estudo. É um método específico de pesquisa de campo. Os estudos de campo são investigações dos fenômenos exatamente como eles ocorrem. Para a elaboração de casos, deve-se utilizar as seguintes fontes: artigos de divulgação científica; artigos originais de pesquisa e filmes comerciais, além de recortes de jornal, relatos, cartas, etc. A produção de casos investigativos de boa qualidade deve seguir os aspectos: narrar uma história; despertar o interesse pela questão; ser atual; criar empatia com os personagens centrais; incluir diálogos; relevância para o leitor; utilidade pedagógica; provocar um conflito; forçar uma decisão; ter generalizações e ser curto. O caso pode ser classificado em: casos estruturados, mal-estruturados e de múltiplos problemas. Neste artigo, utiliza-se um caso único estruturado, de forma definida com o problema a ser resolvido (QUEIROZ; SÁ, 2010, p. 17-26).

O objetivo do estudo de caso é chegar a uma compreensão total do fenômeno estudado; no caso desse artigo, compreender sobre os raios e desenvolver um enunciado teórico geral sobre as regularidades deste fenômeno. Nesse aspecto, optou-se por um tipo único de estudo de caso de caráter descritivo, que busca o entendimento do fenômeno raios como um todo, e, através de uma análise qualitativa, explicar ou descrever esse acontecimento natural. Para isso, fez-se necessário o embasamento teórico da questão através da compreensão de assuntos de eletrostática.

A eletrostática e o estudo dos raios

A eletrostática é a parte da Física que estuda as propriedades e a ação mútua das cargas elétricas em repouso em relação a um sistema inercial de referência. A eletrostática se fundamenta em dois princípios: princípio da atração e repulsão, onde as cargas elétricas de mesmo sinal se repelem e as de sinais opostos se atraem; e o princípio da conservação das cargas elétricas, em que num sistema eletricamente isolado, que não troca cargas elétricas com o meio exterior, a soma algébrica das cargas positivas e negativas é constante (RAMALHO, 1982, p. 2-3).

Os materiais que conservam as cargas nas regiões onde elas surgem são chamados de isolantes. Já aqueles onde as cargas se espalham são denominados condutores. A eletrização entre materiais pode ser por condução, indução e atrito. (RAMALHO, 1982, p.5-9)

Charles Augustin de Coulomb, no final do século XVIII, formulou a equação da força elétrica, conhecida como Lei de Coulomb. A equação formulada é a responsável pelo estudo de atração e repulsão apresentada pelos corpos eletrizados.

Já o campo elétrico desempenha o papel de transmissor de interações elétricas. Campo elétrico é uma grandeza física vetorial usada para definir o módulo da força elétrica exercida a cada unidade de carga elétrica.

O potencial elétrico ou potencial eletrostático de um ponto em relação a um ponto de referência é definido pelo trabalho da força elétrica sobre uma carga eletrizada no deslocamento entre esses dois pontos.

No entanto, quando nos referimos às cargas elétricas em movimento, nos referimos a outra parte da eletricidade, que denominamos eletrodinâmica. Esse movimento de cargas gera corrente elétrica. A corrente elétrica é o fluxo ordenado de partículas com cargas elétricas. Para que se forme a corrente elétrica, é necessária uma fonte que forneça energia para as cargas elétricas se movimentarem. É o que chamamos de diferença de potencial (ddp) ou tensão, ou voltagem entre dois pontos do circuito (RAMALHO, 1982, p. 9-100).

Com todo esse assunto abordado, entende-se que os raios são descargas elétricas naturais que, para serem produzidas, necessitam que haja entre dois pontos da atmosfera uma tensão média da ordem de 25.000.000 volts. Nessas condições, a intensidade de corrente é avaliada em torno de 200.000 A. Os raios se formam quando certa região de uma nuvem acumula excesso de carga elétrica, positiva ou negativa. Se isso ocorre, o raio é o meio de desfazer a tensão, por meio da transmissão da

eletricidade. O movimento intenso de massas de ar no interior das nuvens gera atrito entre moléculas de água e gelo, causando a eletrização da nuvem.

METODOLOGIA

A pesquisa teve cunho investigativo de natureza qualitativa, utilizando o estudo de caso interpretativo (MOREIRA, 2016, p. 15), onde se colheram dados descritivos para desenvolver uma possibilidade de interpretação à luz da questão foco.

“O interesse central desta pesquisa está em uma análise dos significados explicitados por uma observação participativa, isto é, o pesquisador fica imerso no fenômeno de interesse” (MOREIRA; ROSA, 2016, p. 7), coletando os significados atribuídos pelos alunos e suas ações em uma realidade socialmente construída.

Como já mencionado, aplicou-se o caso em uma turma de 3.º ano do Ensino Médio do curso Agroecologia de uma escola pública. A turma, composta de 24 alunos, foi dividida em cinco grupos, quatro grupos com 5 alunos e 1 grupo com 4 alunos.

No primeiro momento, dividiu-se a turma em grupos, onde se apresentou o caso intitulado “Enchentes nas tempestades com raios nas grandes cidades” (Figura 1) sobre o fenômeno natural raios.

Escola: IFF - Campus Cambuci.

Cambuci/ RJ, 05/04/2019.

Figura 1 – Caso elaborado para a sequência didática implementada.**PRIMEIRO MOMENTO: Estudo de caso**

Enchentes e tempestades com raios nas grandes cidades

Há aproximadamente 1 ano atrás, Belo Horizonte sofreu com as enchentes. Poucos minutos de chuva forte e carros foram arrastados pela correnteza, avenidas alagadas, quedas de árvores e houve morte de três pessoas, uma adolescente de 16 anos foi arrastada para o bueiro e não resistiu.

Eu Alan (16 anos), sempre morei em BH e fiquei assustado com o ocorrido. Os estrondos dos raios pareciam estremecer o prédio onde moro. No momento do temporal eu estava em casa com minha mãe Alice, esperando a chegada do meu pai, que devido aos alagamentos, ficou ilhado no trabalho.

Sem energia, não pude fazer contato com ele e me disseram que na hora da tempestade não é bom usar o telefone, principalmente se estiver carregando. Por horas ficamos aguardando ansiosos pela chegada de meu pai. Por volta de 21:30 ele abre a porta, ficamos felizes e aliviados por nada de ruim ter acontecido. Ao mesmo tempo, fiquei intrigado em relação ao uso do celular. Será que o aparelho telefônico atrai corrente elétrica e provoca uma descarga na pessoa que usa? Quais medidas eu poderia tomar para que não seja atingido por uma descarga elétrica?

Será distribuído o caso para a turma analisar em grupo (3 ou 4 alunos) o problema em questão.

Em seguida, o professor deverá recolher as respostas para ser analisado. E prosseguiremos para o segundo momento.

Fonte: elaboração própria.

Após a leitura do caso, os alunos foram instigados a solucionar dois problemas relacionados ao assunto, com o objetivo de investigar os conceitos empíricos, de senso comum e científicos presentes no grupo.

No segundo momento, apresentaram-se os novos conhecimentos sobre o conteúdo eletrostática com ênfase no fenômeno natural, raios, em seguida foram listados alguns exercícios sobre o assunto trabalhado nos *slides* anteriormente. Houve também a exibição de vídeo intitulado “De onde vem o raio?”, para se trabalhar alguns conceitos sobre eletrização, corrente elétrica e diferença de potencial na formação dos

raios. Nesse passo também foi utilizado um jogo com questões via aplicativo *Plickers* como ferramenta avaliativa.

E, no terceiro momento, foi retomado o caso, para solução final às questões iniciais. As respostas iniciais e finais dadas pelos alunos foram analisadas comparativamente para fins de evolução do conhecimento.

RESULTADOS

O caso “Enchentes e tempestades com raios nas grandes cidades” foi aplicado com o objetivo de promover nos discentes competências e habilidades, como interpretação de textos, resolução de problemas e tomada de decisões, além de proporcionar a aplicação dos conceitos físicos em situações reais.

Desde o início da aplicação desta sequência, dividiu-se a turma em 5 grupos (G1, G2, G3, G4 e G5), que deveriam ler e interpretar o caso e responder por escrito as possíveis soluções para as situações-problema propostas no caso, antes de apresentar os conteúdos de eletrostática que envolvem o assunto raios, que denominou-se passo inicial.

Após a aplicação da sequência didática pelo método estudo de casos, que é uma estratégia didática na qual os elementos principais do estudo de casos são apresentados aos discentes com propósitos ilustrativos, sem necessidade de oferecer uma visão completa dos fatos, as respostas dos grupos foram analisadas qualitativamente. Segundo Moreira e Rosa (2013, p. 7-14), a pesquisa qualitativa é chamada também naturalista porque não envolve manipulação de variáveis, nem tratamento experimental (é o estudo do fenômeno em seu acontecer natural).

No caso em questão, foram elaboradas duas perguntas de cunho investigativo, com o objetivo de sondar os conhecimentos prévios dos alunos, o que se chamou de conhecimento empírico. Na *questão 1*, observou-se a categoria de senso comum, de conhecimento empírico e conhecimento científico.

Com relação à *questão 2*, observou-se apenas os conhecimentos empírico e científico. Em relação à primeira fase da resolução do caso, os estudantes identificaram o problema proposto pela situação, conforme os trechos apresentados no Quadro 1. De acordo com Sá e Queiroz (2009), para resolver um caso, os estudantes devem passar por três etapas: identificação e definição do problema;

acessar, avaliar e usar informações necessárias à sua solução; e, por fim, apresentar a solução do problema. Assim, podemos constatar que os cinco grupos atingiram esses três estágios, pois todos apresentaram soluções para o caso.

A primeira questão, “Qual será o motivo para não poder usar o celular no momento de tempestade?”, teve por objetivo instigar os discentes para pensar nos perigos provocados pelos aparelhos telefônicos ligados às tomadas. Devido ao crescente número de acidentes com celulares, fez-se necessário abordar esse assunto com os adolescentes, para que possam ter conhecimentos básicos de eletrostática e conheçam os perigos que há em sua própria moradia.

Considerou-se como foco central dessa questão investigar os conhecimentos prévios dos alunos com relação a um assunto atual e relacioná-los ao que ocorre em caso de tempestades. O estudo de caso interpretativo nos remete ao tema da teoria fundamentada. Este tipo de estudo de casos foi aplicado na análise dos dados por ter caráter investigativo e fundamentar a teoria, isto é, induz uma teoria a partir de dados descritivos muito ricos. Porém, não se trata de uma teoria formal no sentido usado nas ciências naturais, também não do “método de indutivista”. Pretende-se fazer uma análise teórica, com base nas hipóteses, e que seja de caráter compreensivo.

Escola: IFF - Campus Cambuci.

Cambuci/ RJ, 23/06/2019.

Quadro 1 – Categorização da primeira questão.

Categoria	US passo Inicial	US Passo Final
Conhecimento Senso Comum	<p>Não é recomendado o uso do celular durante as tempestades. (G1)</p> <p>Acidentes com pessoas que atendem o telefone no carregador e morrem eletrocutados. (G1)</p> <p>Evitar mexer no celular enquanto estiver carregando. (G1)</p> <p>Não andar descalço. (G1)</p> <p>Aparelhos eletrônicos absorvem energia e se acontecer uma descarga elétrica na rede de luz pode sobrecarregar. (G2)</p> <p>Não ficar sem blusa, não olhar para o espelho, desligar todos as tomadas de casa. (G3)</p> <p>A eletricidade do celular e suas partes metálicas atraem os raios. (G3)</p> <p>O raio pode acertar a casa. (G3)</p>	

Quais danos os raios podem causar em nossa vida? Uma sequência didática investigativa

	Não ficar com coisas metálicas na mão. (G4) Poder até pode, mas corre o risco de ser atingido pelo raio. (G5)	
Conhecimento Empírico	O celular é um condutor de energia. (G1) O material que forma o aparelho também contém metal. (G1) O raio pode fazer aparelhos queimarem. Não ficar com coisas metálicas na mão. (G4)	O celular é um condutor de eletricidade. (G1) Um raio pode atingir o para-raios e chegar nas partes metálicas da casa. (G4)
Conhecimento Científico	Utilização de ondas eletromagnéticas. (G1) O metal é condutor de energia. (G1) A descarga elétrica pode atingir os fios condutores de energia da casa chegando ao usuário do celular (G3) Um raio pode acertar a rede elétrica e fazer os raios queimarem. (G4)	Não se pode utilizar o celular num momento da tempestade. Se torna mais perigoso ainda se estiver conectado ao carregador pois o mesmo estará ligado a uma rede elétrica. (G1) Não se deve usar o celular carregando em dias de tempestades, pois um raio pode atingir o para-raios. (G4) Os raios são descargas elétricas formadas a partir da junção das cargas positivas do solo. (G4) Não é recomendado utilizar o celular carregando durante uma tempestade, pois se cair um raio na sua residência, toda sua estrutura ficará eletrizada. (G5)

Fonte: elaboração própria.

Assim, partiu-se da análise dos conhecimentos prévios e qual foi a aquisição de conceitos que tenham contribuído para a aprendizagem em eletrostática. No quadro 1 acima, apresentam-se os registros do conhecimento de senso comum, prévio, que se chamou de empírico, e conhecimento científico.

Como pode-se observar no Quadro 1, 100% da turma não apresentou um conhecimento relacionado ao seu senso comum no passo final. Esses textos confirmam a ideia de Cachapuz e colaboradores (2011), de que as hipóteses são os guias de uma pesquisa.

Com relação ao conhecimento empírico, nota-se que a maioria dos grupos, com exceção do grupo 5, apresentou o que Ausubel chama-se de subsunçores e que os grupos estavam prontos para adquirir novos conhecimentos. Ficou implícito pelas respostas dos grupos que se deve evitar usar o aparelho telefônico quando o mesmo

estiver na tomada, que no fio há corrente elétrica de potencial equivalente ao da tomada e que ao estar carregando, por mais que a bateria seja adequada, deve-se tomar todo o cuidado. Observou-se também que o avanço tecnológico tem estimulado as pessoas a adquirirem carregadores sem que tenham procedência. No caso em questão, relacionou-se o uso do celular no momento de tempestade, por isso, todo o cuidado é pouco, ainda mais em regiões brasileiras com maior incidência desse fenômeno.

Percebeu-se que nessa questão os alunos apresentavam um senso comum geral, mas, após explicações do professor, esse conhecimento foi modificado, apresentando indícios de aprendizagem significativa, pois acrescentou conhecimentos empíricos e científicos à questão proposta.

Na segunda questão, “Quais medidas eu poderia tomar para que não seja atingido por uma descarga elétrica?”, buscou-se conhecer os conhecimentos que os alunos tinham a respeito de uma descarga elétrica; como ocorre uma descarga elétrica; quais cuidados deve-se ter em dias de tempestades e quais assuntos físicos estão correlatados.

De acordo com Moreira (2016, p. 6), o interesse central dessa pesquisa está em uma interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos em suas ações em uma realidade socialmente construída, através de observação participativa, isto é, o pesquisador fica imerso no fenômeno de interesse. Dessa forma, nesta questão abordaram-se as categorias que envolvem o conhecimento empírico e o conhecimento científico dos alunos, e observou-se que antes dos conteúdos serem apresentados, havia algum conhecimento observável e, após o desenvolvimento de toda sequência didática proposta, houve acréscimos de conhecimentos adquiridos, o que levou ao indício de uma aprendizagem significativa dos conceitos sobre o assunto eletrostática, conforme recortado e descrito no quadro a seguir, referente à 2ª questão do estudo de caso.

Escola: IFF - Campus Cambuci.

Cambuci/ RJ, 23/06/2019.

Quadro 2: Categorização da segunda questão

2- Quais medidas poderia tomar para não ser atingido por uma descarga elétrica?		
Categoria	US passo Inicial	US Passo Final
Conhecimento Empírico	Não ficar com pés molhados, ir para dentro de um carro, pois é protegido pelos pneus e a carcaça é metálica. (G3) O raio pode fazer aparelhos queimarem. Não ficar com coisas metálicas na mão. (G4) Evitar ficar exposto em local elevado. (G5)	Um raio pode atingir o para-raios e chegar nas partes metálicas da casa. (G4) Não ficar isolado em áreas descampadas. (G5)
Conhecimento Científico	Não sair de casa no momento da tempestade, não ficar próximo à árvores, postes, etc. (G1) Evitar lugares abertos, evitar água. (G2) Uma forma de se proteger contra raios é ficar dentro de casa, não ficar com coisas metálicas na mão, nem fios de eletricidade, lugares altos e em contato com a água. (G4) Evitar contato com materiais de alta condutividade elétrica (ferro, carbono). (G5)	Não se pode utilizar o celular num momento da tempestade. Se torna mais perigoso ainda se estiver conectado ao carregador pois o mesmo estará ligado a uma rede elétrica. (G1) Não ficar perto de objetos que conduzem eletricidade. (G1) Se possível evitar sair de casa. Caso esteja fora de casa, não ficar embaixo de árvores, evitar contato com materiais que conduzem eletricidade. (G2) Não é recomendado utilizar o celular carregando durante uma tempestade, pois se cair um raio na sua residência, toda sua estrutura ficará eletrizada. (G5)

Fonte: elaboração própria.

Notou-se que houve mudança de comportamento em relação ao senso comum e aos subsunçores, conhecimentos empíricos existentes; ainda, se verificou que os alunos são observadores e que essa característica permaneceu antes e depois da explicação dada pelo professor sobre os conteúdos abordados de eletrostática. Em relação aos conhecimentos científicos, constatou-se que todos os grupos acrescentaram informações científicas, dando indícios de ter ocorrido aprendizagem significativa dos conteúdos abordados, pois demonstra acréscimo de competências e habilidades das apresentadas anteriormente.

Encontrar metodologias de ensino que ajudem os discentes a realizarem atividades que levam em consideração suas experiências, interesses e estimulem a tomada de consciência e participação nas decisões de caráter sócio-científico são de vital importância para um bom encaminhamento da educação básica no país (SILVA et al., 2011). Desta forma, constatamos que o estudo de caso motivou os discentes e desenvolveu habilidades como interpretação de problemas e investigação de

soluções, auxiliando-os na capacidade de tomada de decisões e mostrou indícios de aprendizagem de novos conceitos relacionado ao conteúdo de física abordado no caso, eletroestática.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os nossos principais objetivos com a aplicação do caso “Enchentes e tempestades com raios nas grandes cidades” foi: investigar quais implicações para a aprendizagem sobre conceitos de eletrostática com a temática raios podem ser obtidas com uso do método estudo de caso. Através dos resultados obtidos, percebemos que atingimos esses propósitos. O estudo de caso é um método que exige leitura e interpretação para que se possa compreender o problema proposto. Apesar de o caso aplicado apresentar a tarefa de forma clara, a mesma precisou ser entendida pelos discentes para que pudesse sistematizar os próximos passos da sequência didática proposta. Esta metodologia de ensino propiciou um ambiente de interação entre os discentes na busca de respostas que solucionassem o problema de como se comportar em dias de tempestades.

Eles propuseram hipóteses, pesquisaram no livro didático adotado pela escola, debateram sobre as possíveis posturas em dias de tempestades, para enfim formularem suas respostas e soluções para o caso. Desta forma, fica evidente que a metodologia de ensino utilizada desenvolveu habilidades como interpretação de problemas (interpretação do caso), pesquisa (resolução de lista de exercícios sobre o tema) investigação de possíveis soluções (análise e julgamento das informações obtidas) bem como a capacidade de tomada de decisões para a proposição de respostas e soluções para o caso.

Além disso, esta atividade proporcionou a aplicação dos conhecimentos de Física em situações reais, as quais faziam parte da rotina dos próprios discentes. Outra vantagem da história narrada no caso aplicado foi a identificação da turma com os problemas vivenciados em dias de tempestades. Acredita-se que a criação de um caso sobre tempestades, assunto presente no cotidiano dos discentes, deu significado ao conteúdo de eletroestática e conceitos abordados em aula, contribuindo para um

ensino voltado para o desenvolvimento pessoal, com a aplicação dos conteúdos de Física em situações cotidianas.

O método estudo de casos promoveu o trabalho em grupo, a capacidade de tomada de decisão e a interpretação de problemas reais, desta forma concretizando os objetivos que tínhamos traçado quando escolhemos esta temática e metodologia de ensino.

Com a aplicação da sequência didática embasada no método de estudo de caso, foi possível verificar que contribuiu para a aprendizagem de conceitos científicos colaborando desta forma, para uma aprendizagem significativa dos conceitos de eletrostática de uma forma mais dinâmica em sala de aula. Acredita-se que a eficácia e sucesso do método possam colaborar para tornar as aulas de Física mais motivadas e atraentes. Além disso, com este artigo esperamos contribuir com mais uma proposta de utilização do estudo de casos no nível médio, tanto para a área de ensino de Física, bem como para professores que estejam em busca de estratégias de ensino diferenciadas.

Referências

- BERBEL, Neusi Aparecida Navas. **As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes**. Semina: Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v.32, n.1, p. 25-40, jan./jun. 2011.
- BOCAFOLI, F. **Exercícios de vestibulares com resolução comentada sobre condutor em equilíbrio eletrostático – blindagem eletrostática**, 2019. Disponível em: <<http://fisicaevestibular.com.br/novo/eletricidade/eletrostatica/1664-2/exercicios-de-vestibulares-com-resolucao-comentada-sobre-condutor-em-equilibrio-eletrostatico-blindagem-eletrostatica>>.
- BOCK, A. M. B.; FURTADO, O.; TEIXEIRA, M. de L. T. **Psicologias: uma introdução ao estudo de psicologia**. São Paulo: Editora Saraiva, 1999.
- Brasil Escola. **Exercícios sobre Corrente Elétrica(adaptação)**. 2019, questão 4. Disponível em: <<https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-corrente-eletrica.htm#resp-4>>.
- CATUNDA, C; KIKO MISTRORIGO, K. **Onde Vem o Raio e o Trovao?** TV PinGuim. Episódio 20, 2015. Disponível em: <<https://youtu.be/EjINfH5z08w>>.

COELHO; Rafael Otto. **O Uso da Informática no Ensino de Física de Nível Médio.** Pelotas/RS 2002. Disponível em:< http://www2.pelotas.ifsul.edu.br/coelho/inf_ens_fis_med.pdf>.

GOUVEIA, R. **Toda Matéria. Blindagem Eletrostática.** 2011-2019. Disponível:< <https://www.todamateria.com.br/eletrostatica/>>.

HELERBROCK, R. **Mundo Educação.** Exercício sobre Campo Elétrico. 2015. Disponível: < <https://exercicios.mundoeducacao.bol.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-campo-eletrico.htm>>.

MOREIRA, M. A. A Teoria de Aprendizagem de David Ausebel como Sistema de Referência para a Organização de Conteúdo de Física. **Revista Brasileira de Física.** Vol. 9, N.º 1, 1979, p. 276. Disponível em: < <http://sbfisica.org.br/bjp/download/v09/v09a19.pdf>>.

_____; ROSA, P. R. S. **Pesquisa em ensino: métodos qualitativos e quantitativos** (apostila de compilação de trabalhos publicados) 2.ª Edição. Porto Alegre: UFRGS, 2016, p.4-16. Disponível em:<<http://moreira.if.ufrgs.br/Subsidios11.pdf>>.

OSTERMANN; C.; F.; C.J. H. **Teoria de Aprendizagem. Textos Introdutório.** Questões de Eletrostática" em Só Física. Virtuosa Tecnologia da Informação, 2008-2019. Disponível em: <<http://www.sofisica.com.br/conteudos/exercicios/eletrostatica.php>>.

RAMALHO, J. F. **Os fundamentos da Física 3** – Eletricidade, São Paulo: Ed. Moderna, 1982, p. 2-100.

RIBEIRO, M. R. **Análise das dificuldades relacionadas ao ensino de Física no nível médio.** 2005. 47f. Monografia-Universidade Federal de Uberlândia, Santa Monica, 2005.

SÁ, L. P. **Instituto de Química de São Carlos**, Universidade de São Paulo. São Carlos – SP, Brasil. 2007, p. 732.

_____; QUEIROZ, S. L. **Estudo de Casos no Ensino de Química.** Campinas: Editora Átomo, 2009, p. 95.

_____. **Estudo de Casos na promoção da argumentação sobre questões sócio científicas no ensino superior de Química.** Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010, p. 278.

_____. **A argumentação no ensino superior de Química: investigando uma atividade fundamentada em estudos de Casos. Dissertação.** (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006, p. 152.

_____; FRANCISCO, C. A; QUEIROZ, S. L. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – **Instituto de Física.** 2010, p. 11-12.

Quais danos os raios podem causar em nossa vida? Uma sequência didática investigativa

_____; QUEIROZ, Salete Linhares. **Estudo de Caso no Ensino de Química**. Ed. Átomo. 2ª ed. Campinas, 2010, p.1-17.

TORRES et al. **Física Ciências e Tecnologia. Eletromagnetismo**. Física Moderna. Editora Moderna. Volume 3, p. 308.

PAZINATO, S. M. ; BRAIBANTE, F. M. E. **O estudo de Caso como estratégia metodológica para o ensino de química no nível médio**. Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Campus UFSM. Santa Maria – RS. 2014, p. 11.

QUEIROZ, S. L.; SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A. Estudos de Caso em Química. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 3, 2007, p. 731-739.