

REVISTA ESFERA ACADÊMICA TECNOLOGIA
Volume 4, número 2 - ISSN 2526-4141

REVISTA CIENTÍFICA



ISSN 2526-4141

REVISTA ESFERA ACADÊMICA TECNOLOGIA
Volume 4, número 2

Vitória
2019

EXPEDIENTE
Publicação Semestral
ISSN 2526-4141
Temática: Tecnologia

Revisão Português
Leandro Siqueira Lima

Capa

Marketing Faculdade Brasileira Multivix- Vitória
Elaborada pela Bibliotecária Alexandra B. Oliveira CRB06/396

Revista Esfera Acadêmica Tecnologia Faculdade Brasileira. – Vitória,
ES: Multivix, 2019.

Semestral
ISSN **2526-4141**

1. Ciências Tecnológica- Produção científica I. Faculdade
Brasileira/Multivix.

CDD.610

***Os artigos publicados nesta revista são de inteira responsabilidade de seus
autores e não refletem, necessariamente, os pensamentos dos editores.***

Correspondências

Coordenação de Pesquisa e Extensão Faculdade Brasileira Multivix- Vitória

Rua José Alves, 135, Goiabeiras, Vitória/ES | 29075-080

E-mail: pesquisa.vitoria@multivix.edu.br

FACULDADE BRASILEIRA MULTIVIX - VITÓRIA

DIRETOR GERAL

Leila Alves Côrtes Matos

COORDENAÇÃO ACADÊMICA

Michelle Oliveira Menezes Moreira

COORDENADOR ADMINISTRATIVO E FINANCEIRO

Hêmyle Rocha Ribeiro Maia

CONSELHO EDITORIAL

Alexandra Barbosa Oliveira
Caroline de Queiroz Costa Vitorino

Karine Lourenzone de Araujo Dasilio
Michelle Moreira
Patricia de Oliveira Penina

ASSESSORIA EDITORIAL

Karine Lourenzone de Araujo Dasilio
Denise Simões Dupont Bernini

Leandro Siqueira Lima
Patricia de Oliveira Penina

ASSESSORIA CIENTÍFICA

Andrielly Moutinho Knupp
Denise Simões Dupont Bernini
Poline Fernandes Fialho
Ronimar Espindula Volkers
Guilherme Ventrorm Ferrao
Vinicius Scardua Dellacqua

APRESENTAÇÃO

A Revista Científica ESFERA ACADÊMICA TECNOLOGIA é uma revista científica que tem como objetivo contribuir para o entendimento aprofundado das diferentes tecnologias na sociedade, mediante a divulgação de trabalhos de pesquisa e análises teóricas que possam subsidiar as atividades acadêmicas e a ação profissional em diferentes organizações.

Esta edição traz contribuições das áreas tecnológicas, reunindo estudos das diferentes Engenharias. Dessa forma, a Revista Científica ESFERA ACADÊMICA TECNOLOGIA, da Faculdade Multivix – Vitória, pretende contribuir com o estímulo à pesquisa e para divulgação e geração do conhecimento.

Boa leitura!

SUMÁRIO

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PARA CARACTERIZAÇÃO DAS CARGAS E AUXÍLIO NA DECISÃO SOBRE A ADESÃO À MELHOR MODALIDADE TARIFÁRIA.....	06
Elberto Vital do Carmo, Karina Peter Sampaio, Ramilly Roccon, Adan Lucio Pereira, Victor Magno Rodrigues de Jesus	
ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM UM EMPREENDIMENTO HOSPITALAR.....	30
Fernanda Carvalhal de Oliveira; Valdete Guariza dos Santos; Vanderleia Maria da Penha Rissi; Victor Pivetta Bouvier; Saulo Pedrone da Rosa; Andrielly Moutinho Knupp	
GESTÃO DO ESTOQUE: IMPORTÂNCIA NA PARAMETRIZAÇÃO E ADEQUAÇÃO DAS POLÍTICAS DE ESTOQUE À REALIDADE DE UMA INDÚSTRIA DE DERMOCOSMÉTICOS.....	55
Carolina Morgado Horta Barros; Gabriela Cadete Gazzinelli Cruz; Tullio Rocio Pitanga	
INFLUÊNCIA DA GEOMETRIA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DO PILAR NAS PROPRIEDADES DE DESEMPENHO DE UMA VIGA EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO.....	75
Luiz Carlos Trento Junior; Wagner Badke Ferreira	
IMPLEMENTAÇÃO DE MODELOS DE PREVISÃO DE DEMANDA EM UMA DISTRIBUIDORA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO.....	89
Filipe Silva Amorim; Romulo Lachini; Tullio Rocio Pitanga	

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PARA CARACTERIZAÇÃO DAS CARGAS E AUXÍLIO NA DECISÃO SOBRE A ADESÃO À MELHOR MODALIDADE TARIFÁRIA

Elberto Vital do Carmo¹, Karina Peter Sampaio¹, Ramilly Roccon¹, Adan Lucio Pereira², Victor Magno Rodrigues de Jesus³.

1. Graduandos do Curso de Engenharia Elétrica da Faculdade Brasileira – Multivix (Vitória)
2. Engenheiro da Computação, Mestre em Energia, Docente na Faculdade Brasileira – Multivix (Vitória)
3. Engenheiro Eletricista, Mestre em Engenharia Elétrica. Docente na Universidade Federal de Itajubá (Itabira)

RESUMO

Atualmente o setor elétrico brasileiro necessita de uma reforma tecnológica e sustentável para impulsionar o desenvolvimento do país. Concomitantemente, reestruturações vêm acontecendo no mundo inteiro, por meio da inserção de fontes alternativas de energia, novos sistemas de tarifação e a adaptação de novas tecnologias e mudanças de hábitos que causam impactos no consumo de energia. A postura do consumidor em relação ao consumo de energia elétrica é fator fundamental frente a perspectivas econômicas, sociais e ambientais, enaltecendo a importância de se ter uma população engajada e consciente das implicações de seus atos de consumo. Partindo do ponto de que o acesso à informação e ao conhecimento é a forma de conseguir mudanças significativas, o presente estudo se objetiva em apresentar o desenvolvimento de um sistema para caracterização das cargas em modalidades de tarifa branca, convencional ou horo-sazonal - conforme a classificação do consumidor - a fim de se obter parâmetros de comparação que auxiliem na tomada de decisão quanto à adesão a modalidade de tarifação mais adequada. Dessa forma, após receber os parâmetros de entrada, configuração das cargas e horários de consumo, o sistema possibilita a geração dos valores associados aos postos tarifários e dos cálculos de tarifas, além de apresentar a curva de demanda mensal e exibir o perfil de consumo elétrico de uma instalação a partir do levantamento de posses de equipamentos e hábitos de uso. O sistema foi realizado tomando como base as cargas de um supermercado e mostrou-se êxito no processamento das curvas de demanda.

PALAVRAS-CHAVE: curva de demanda; modalidades tarifárias; gerenciamento de consumo; supermercado.

ABSTRACT

The Brazilian electricity sector currently needs a technological and sustainable reform to boost the country development. At the same time, restructuring has been taking place around the world through the insertion of alternative energy sources, new tariffs systems, the adaptation of new technologies and habits changes that have an impact on energy consumption. The consumer attitude towards the electric power consumption is a fundamental factor against the economic, social and environmental perspectives, praising the importance of having a population engaged and aware about their consumption acts impacts. Starting from the point that access to information and knowledge is the way to achieve significant changes, this study presents the development of a system for load characterization in white, conventional or horo-seasonal tariff modalities - according to consumer classification - in order to obtain comparison parameters that aid in the decision making as to the adhesion to the most appropriate tariff modality. In this way, after receiving the input parameters, load configuration and consumption schedules, the system generates the values associated to the tariffs rates and tariff calculations. Furthermore, the system presents the monthly load curve and the electric consumption profile of an installation from the survey of equipment possessions and use habits. The system was carried out based on the loads of a supermarket and proved to be successful in the processing of load curves.

KEY WORDS: load curve; tariff arrangements; consumption management; supermarket.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o consumo da energia elétrica no mundo cresceu de uma forma significativa, atingindo, em 2017, um aumento de 2,8% em relação a 2016. Essa tendência também foi notada no Brasil, sendo que a geração de eletricidade atingiu 588,0 TWh em 2017, resultado 1,6% maior quando comparado aos 578,9 TWh gerados em 2016, segundo dados do Balanço Energético Nacional (BEN, 2018).

Considerando o aumento da demanda de energia elétrica, é imprescindível que sejam estabelecidas políticas voltadas para a geração de energia de maneira eficiente. O governo brasileiro e de diversos países ao redor do mundo, buscam direcionar sua política de investimento para atender tecnologias promissoras de geração de energia, como fontes alternativas, sistemas de armazenamento e compensação de energia (BERNARDES,

2016). Além disso, com o intuito de reduzir os impactos causados pelo crescimento da demanda de energia, deve-se considerar instituir medidas para auxiliar os consumidores ao uso consciente (CUNHA, 2016).

É inegável que a energia elétrica é um serviço essencial no dia a dia da sociedade, seja nas residências ou nos diversos segmentos da economia. Para sua utilização é necessário impor tarifas que remuneram o serviço de forma adequada, viabilizando a estrutura para manter o serviço com qualidade. À vista disso, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) desenvolve metodologias de cálculo tarifário para segmentos do setor elétrico, considerando fatores como a infraestrutura de geração, transmissão e distribuição, bem como fatores econômicos de incentivos à modicidade tarifária e sinalização ao mercado (ANEEL, 2018).

Perante aos desafios inerentes à expansão da rede de distribuição para atendimento da demanda da população, a modalidade de tarifa branca surge como uma estratégia voltada para o deslocamento da carga dos horários de maior demanda. Essa modalidade tarifária incentiva os consumidores de baixa tensão a gerenciarem sua carga do horário de maior demanda para outros horários em que a demanda seja menor, proporcionando a redução da fatura de energia dos consumidores que aderirem a tarifa branca, ao mesmo tempo que evita elevada carga na rede de distribuição (SANTOS, 2014).

Para os consumidores em alta tensão existem dois modelos de tarifação, denominados convencional e horo-sazonal. Na tarifa horo-sazonal azul, ou tarifa azul, os valores de demanda e consumo são diferentes no horário fora de ponta e no horário de ponta. Já na tarifa horo-sazonal verde, ou tarifa verde, os valores de consumo também diferem no horário fora de ponta e no horário de ponta, contudo a demanda é única.

Deve-se considerar que os contratos nas modalidades tarifárias horárias apresentam diferentes valores para a demanda e consumo de energia, nos horários definidos como ponta e fora de ponta. De acordo com a Energias de Portugal (EDP, 2018), o preço da energia é diferente em função do horário de consumo de ponta e fora de ponta.

Considerando os aspectos mencionados, este trabalho tem o intuito de apresentar um sistema de apoio para caracterização das cargas em tarifas branca e convencional ou horo-sazonal, conforme a classificação do consumidor, a fim de possibilitar a comparação dos

cenários entre as modalidades tarifárias, auxiliando na tomada de decisão em relação à melhor opção tarifária para o consumidor, considerando-se as suas particularidades.

GESTÃO PELO LADO DA DEMANDA

Segundo Campos (2004) os programas de gerenciamento pelo lado da demanda (GLD) são formas de uma empresa de energia elétrica intervir no mercado consumidor a fim de promover alterações no perfil e na magnitude da curva de carga. O GLD tem por intuito a redução do consumo ou dos custos para a geração, transmissão e distribuição de energia valendo-se de estratégias, como o gerenciamento de carga, conservação de energia estratégica e geração de energia pelo lado do consumidor (MANCUZO, 2017).

Deve-se considerar o gerenciamento pelo lado da demanda como parte do Planejamento Integrado de Recursos. Assim, a partir das análises benefício/custo as alternativas de gerenciamento pelo lado da oferta podem ser comparadas com opções pelo lado da oferta, resultando qual o meio mais eficiente e de menor custo para fornecer a potência e a energia desejadas (CAMPOS, 2004).

No Brasil, destaca-se o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), criado em 1985, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e executado pela Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobrás). É um programa do governo que tem por finalidade promover o uso eficiente da energia elétrica e combater o seu desperdício. Este programa não age diretamente em atividades de gestão pelo lado da demanda, entretanto, incorpora ações direcionadas à conservação de energia elétrica, por meio da racionalização do uso e de incentivos ao desenvolvimento de produtos mais eficientes e de menor consumo (PROCEL, 2018).

Segundo Cunha (2016) o surgimento de redes elétricas inteligentes, do inglês *Smart Grids*, viabiliza maior controle da distribuidora sobre a carga do consumidor, haja vista que as redes inteligentes permitem que exista uma comunicação remota entre eles. Como resultado, aumenta a possibilidade de utilizar programas de GLD, como a resposta da demanda (RD), que se caracteriza pela manipulação da carga por parte da concessionária através de sistemas telecomandados.

A resposta da demanda é a estratégia utilizada para reduzir a demanda de pico, a fim de evitar situações de emergência do sistema, o que pode tornar-se um meio mais econômico

do que adotar a geração de pico na tentativa de atender ocasionais picos de demanda (CUNHA, 2016).

É caracterizada como uma forma de contribuição do consumidor para o equilíbrio do sistema.

Para Maurer (2009) no Brasil utiliza-se como meios de resposta da demanda tarifas horosazonais, contratos interruptíveis, aumento dos níveis tarifários médios e impostos, mercado atacadista de energia. Outro meio disponível é a tarifa branca que é uma opção que sinaliza aos consumidores a variação do valor da energia conforme o dia e o horário do consumo, sendo oferecida para as instalações em baixa tensão (ANEEL, 2015).

Outro exemplo no Brasil é o Sistema de Bandeiras Tarifárias. Este sistema possui três bandeiras: verde, amarela e vermelha, onde, de acordo com a ANEEL (2015):

- Bandeira verde - apresenta condições favoráveis de geração de energia, onde a tarifa não sofre nenhum acréscimo;
- Bandeira amarela - apresenta condições de geração menos favoráveis, com isso a tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,010 para cada quilowatt-hora (kWh) consumidos;
- Bandeira vermelha - Patamar 1 - apresenta condições mais custosas de geração, portanto, tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,030 para cada quilowatt-hora kWh consumido.
- Bandeira vermelha - Patamar 2 - apresenta condições ainda mais custosas de geração. Desse modo, a tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,050 para cada quilowatt-hora kWh consumido. Destaca-se que o sistema de bandeiras é aplicado por todas as concessionárias conectadas ao sistema interligado nacional.

TARIFA BRANCA

A tarifa branca é apresentada como uma nova modalidade tarifária de energia, com condições estabelecidas pela Resolução Normativa da ANEEL nº 733/2016 (BRASIL, 2016). Conforme apresentado nessa resolução, a tarifa branca teve seu início de comercialização em 1º de janeiro de 2018, a qual pode ser adotada imediatamente por novas ligações e por unidades consumidoras com média de consumo anual superior a 500 kWh/mês. Além disso, em um prazo de até 12 meses contados a partir do início dessa modalidade, a tarifa branca poderá ser aderida por unidades consumidoras com consumo

médio anual superior a 250 kWh/mês e em até 24 meses pelas demais unidades consumidoras (BRASIL, 2016).

Segundo a ANEEL (2017), essa modalidade de tarifa pode ser aderida, facultativamente, em substituição à tarifa convencional monômnia, possibilitando ao consumidor pagar valores diferentes conforme o dia da semana e horário de consumo da energia elétrica. O período de horário de ponta é definido por cada distribuidora, conforme a curva de carga que descreve seu sistema de energia, sendo composto por 3 horas consecutivas diárias, com exceção dos finais de semana e feriados nacionais, especificados pela Resolução Normativa da ANEEL nº 414/2010 (BRASIL, 2010). O período de horário intermediário, por sua vez, apresenta-se conjugado ao primeiro, correspondendo a uma hora anterior e uma subsequente ao período estabelecido como o de ponta. As demais horas diárias são consideradas o período de horário fora de ponta (BRASIL, 2010).

A EDP, empresa responsável pela distribuição de energia elétrica no Estado do Espírito Santo, por exemplo, emprega o período de 18h00min às 20h59min como horário de ponta, com horário intermediário de 17h00min às 17h59min e de 21h00min às 21h59min (ANEEL, 2015). Na Figura 1 pode ser observado o comparativo entre a tarifa branca e a tarifa convencional.

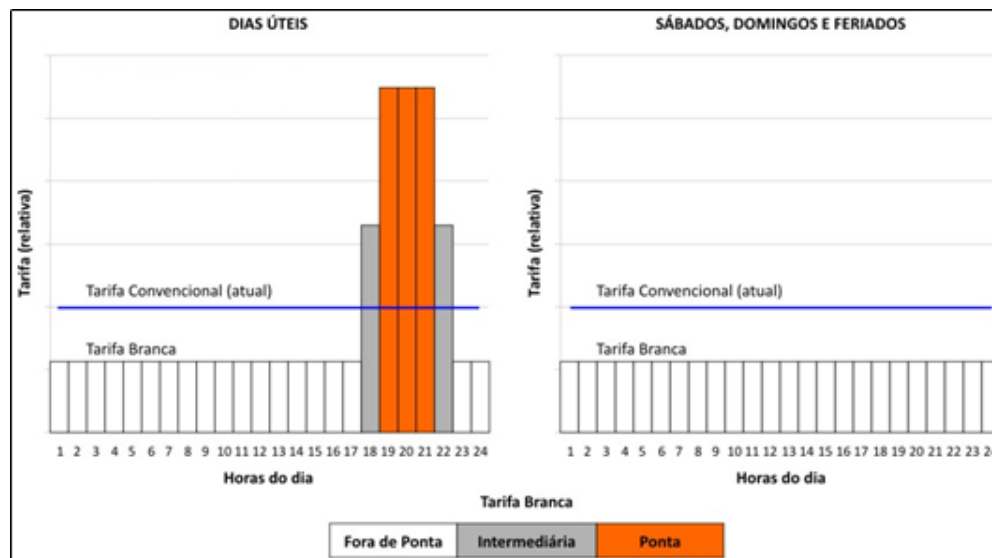


Figura 1 – Comparativo entre a tarifa branca e a tarifa convencional.

Fonte: Adaptado de ANEEL (2017).

Ao comparar os horários em que a energia consumida apresenta valor elevado na modalidade de tarifa branca, com as curvas de carga típicas para as classes de consumidores residencial, comercial e industrial do sistema brasileiro, nota-se a acentuada demanda de energia em horários dentro do período de 17h00min às 21h59min, indicando a necessidade de deslocamento dessa demanda de energia para horários com menor valor de tarifação, a fim de que a adesão da tarifa branca seja vantajosa para o consumidor em termos financeiros.

De acordo com a ANEEL (2017), caso o consumo de energia for elevado nos horários de ponta e intermediários e não for possível transferir essa carga para o horário fora de ponta, a tarifa branca não é recomendada, uma vez que os custos de energia podem se tornar mais altos, sendo mais viável para o consumidor continuar com a tarifa convencional. Assim, conforme as curvas de carga apresentadas, a classe residencial aproveitaria melhor os benefícios financeiros de adesão à tarifa branca.

Contudo, ao mesmo tempo que a tarifa branca propõe incentivar aos consumidores o deslocamento de carga do período de ponta para o fora da ponta, por meio do benefício de redução dos custos de energia, essa modalidade tarifária objetiva a redução da demanda de energia durante os horários de ponta, evitando que seja necessário expandir a rede de distribuição para atendimento da energia demandada nos períodos de ponta (BUENO et al., 2013).

TARIFA HORO-SAZONAL

Os períodos de chuva e seca afetam diretamente a geração de energia das usinas hidrelétricas brasileiras. A fim de garantir a produção nos meses de seca, acumula-se o maior potencial energético nos meses úmidos. Ao longo do dia, também existem horários de menor ou maior utilização de equipamentos, impactando na demanda e no consumo de energia elétrica. Para isso, foi criada a estrutura tarifária horo-sazonal, com o intuito de incentivar a utilização de eletricidade no período mais conveniente para o sistema elétrico nacional (EDP, 2018).

Além dos diferentes valores para a demanda e a energia utilizada nos horários considerados de ponta ou fora de ponta, durante o ano também há diferentes valores para os períodos seco e úmido.

A estrutura tarifária horo-sazonal verde está disponível apenas para os consumidores dos subgrupos A3a com nível de tensão de 30 a 44kV, A4 com níveis de tensão de 2,3 a 25kV e AS, sendo este para consumidores com sistemas subterrâneos. Segundo Lau (2017), neste modelo tarifário, o consumidor contrata um valor de demanda, independente da hora do dia, em que também é possível escolher valores diferentes para o período úmido e o período seco. Para essa tarifa, há três parcelas distintas, uma referente ao consumo, uma referente à demanda contratada e outra referente à ultrapassagem de demanda.

Quanto a estrutura tarifária horo-sazonal azul, está disponível para os consumidores dos subgrupos A3a, A4 e As. Entretanto é obrigatória para os consumidores dos subgrupos A1 com níveis de tensão igual ou maior que 230 kV, A2 com níveis de tensão de 88 a 138 kV e A3 com nível de tensão de 69 kV. Ainda de acordo com Lau (2017), para esta modelagem, o consumidor e a concessionária devem definir por meio de um contrato uma demanda para o horário de ponta e outra para o horário fora de ponta. Tal como a tarifa verde, a fatura será composta pelas parcelas de consumo, demanda e ultrapassagem.

A EDP (2018), empresa responsável pela distribuição de energia do Espírito Santo, adota os seguintes períodos:

- Horário de ponta (P) - composto por 3 horas consecutivas, é estabelecido das 17h30 às 20h30.
- Horário fora de ponta (FP) - composto pelas 21 horas diárias complementares ao horário de ponta. Onde sábados e domingos são considerados horários fora de ponta.
- Período úmido (U) - período de 5 meses consecutivos, formado por dezembro de um ano a abril do ano seguinte.
- Período seco (S) - período de 7 meses consecutivos, de maio a novembro.
- Período de medição de energia reativa indutiva (I) - intervalo entre as 6h00 e as 24h00 horas.
- Período de medição de energia reativa capacitiva (C) - intervalo entre as 24h00 às 6h00 horas.

A estrutura tarifária horo-sazonal, possui dois modelos tarifários: a tarifa azul e a tarifa verde. Nestes sistemas, caso ocorra o consumo de demanda superior ao contratado, é aplicado a tarifa de ultrapassagem à parcela de demanda que ultrapassar o valor contratado. A Tabela 1 indica a disposição da tarifação relacionando o consumo em kWh e a demanda em kW.

Tabela 1 – Tarifa horo-sazonal

Tarifa	Cosumo (kWh)	Demanda (kW)
Verde	Tarifa horário de ponta	Tarifa única
	Tarifa horário de fora de ponta	
	Tarifa horário reservado - Irrigante	
Azul	Tarifa horário de ponta	Tarifa horário de ponta
	Tarifa horário de fora de ponta	Tarifa horário de fora de ponta
	Tarifa horário reservado - Irrigante	

Fonte: Adaptado de EDP (2018).

METODOLOGIA

A pesquisa é caracterizada como um processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico, cujo objetivo fundamental é descobrir resposta para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos (GIL, 2002). Quanto à natureza, a pesquisa pode ser classificada como pesquisa aplicada ou prática, pois busca gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos, que no caso deste trabalho consiste em mapear e caracterizar as informações relativas ao desenvolvimento da tarifa branca no Brasil e então desenvolver um sistema de apoio ao gerenciamento da demanda dos equipamentos e os custos associados à adesão deste sistema de tarifação.

Os procedimentos metodológicos usados são baseados em uma abordagem qualitativa, de natureza aplicada, com um método científico indutivo e um objeto de estudo explicativo. Relativamente aos procedimentos técnicos de pesquisa, recorreu-se à pesquisa experimental (GIL, 2002).

Inicialmente o desenvolvimento do método de pesquisa foi baseado segundo as recomendações indicadas para a elaboração de uma revisão integrativa da literatura (DE VASCONCELOS, 2018), a qual permite reunir e sintetizar o conhecimento científico já produzido sobre um tema a ser investigado, ou seja, mapear, analisar e sintetizar as evidências disponíveis para contribuir com o desenvolvimento da temática em questão, que

neste trabalho se estendeu a síntese do conhecimento sobre os sistemas de gerenciamento pelo lado da demanda, tarifa branca e tarifa horo-sazonal.

De maneira geral, a revisão integrativa pode ser dividida em seis etapas. A primeira delas consiste na identificação da temática a ser estudada durante o processo de revisão. Em seguida, são estabelecidos os critérios para inclusão e exclusão. A terceira etapa consiste na categorização dos estudos e definição das informações a serem extraídas. Para então ser realizada uma avaliação dos estudos incluídos. Por fim, é realizada a interpretação dos resultados e a apresentação da revisão e síntese do conhecimento (MENDES et al., 2008; GOMES et al., 2018).

Após a síntese do conhecimento relacionado aos conceitos que deverão ser respondidos pelo desenvolvimento do sistema proposto, foram estabelecidas três etapas para sua elaboração:

- **1ª etapa:** Criação de uma interface que indica a demanda mensal de cada categoria de equipamentos, considerando as posses de equipamento e hábitos de uso do consumidor;
- **2ª etapa:** Criação de uma interface para construção da curva de consumo do consumidor, por meio da inserção dos dados de entrada: potência dos equipamentos, quantidade de cada equipamento, intervalos de horários de funcionamento de cada equipamento, quantidades de equipamentos em operação por horário;
- **3ª etapa:** Levantamento do consumo mensal dos equipamentos dentro dos postos tarifários de cada modalidade de tarifa (branca, convencional e horo-sazonal).

Com a finalidade de validar o desenvolvimento do sistema quanto a apresentação dos parâmetros associados à adesão da tarifa branca, este estudo se propôs a apresentar a aplicação desse sistema para um estabelecimento comercial situado na cidade de Vitória, no Espírito Santo.

CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE ANALISADO PARA VALIDAÇÃO DO SISTEMA

O estabelecimento comercial analisado para validação do sistema proposto no presente estudo consiste em um supermercado localizado no município de Vitória, Espírito Santo. Na Figura 2 é apresentado o *layout* do estabelecimento estudado.

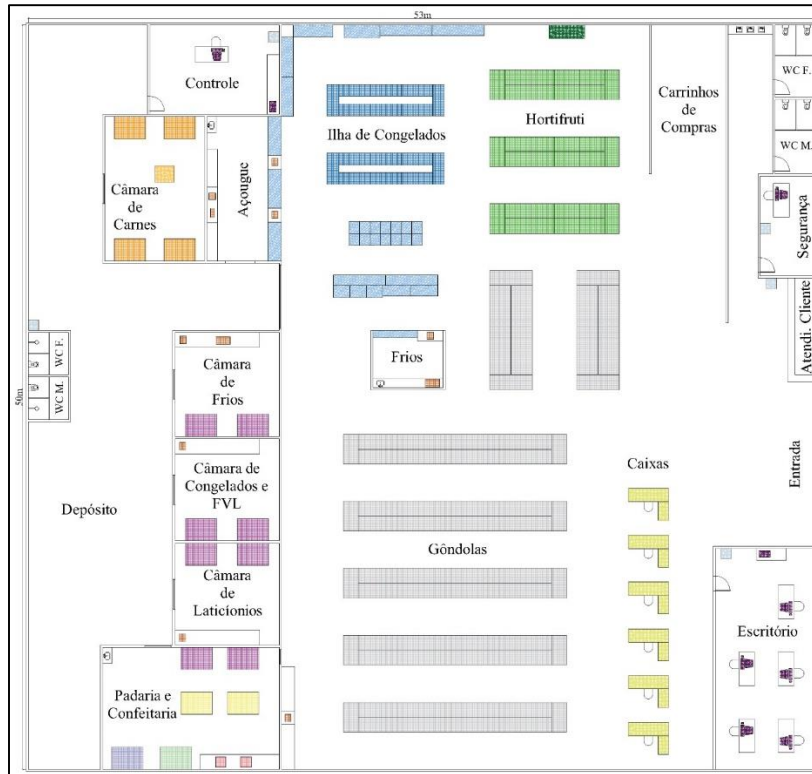


Figura 2 – Layout do ambiente comercial estudado

Fonte: Elaborado pelos autores.

PASSOS PARA APLICAÇÃO DO SISTEMA DESENVOLVIDO

Para o desenvolvimento do estudo realizou-se uma visita a um supermercado localizado em Vitória - ES com o objetivo de mapear os equipamentos existentes no local, considerando suas quantidades, modelos e fabricantes. Levantados os modelos e fabricantes dos equipamentos, obteve-se seus devidos valores de potência, conforme o manual do fabricante de cada equipamento. Esses dados serviram de parâmetro de entrada para alimentação do sistema desenvolvido e estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Levantamento dos equipamentos do supermercado

Ambiente	Aparelho	Fabricante	Modelo	Quantidade	Potência (W)
Açougue	Amaciador de carne	Skymssen	ABS-HD	1	368,00
	Balança computadoradora com impressora integrada	Prix	4 Uno	2	27,33
	Balcão expositor de carnes	Gelopar	GAPS-310	3	745,83
	Luminária hermética à LED	Lumicenter	LHT22-S4800830	12	37,00
	Mini-câmara para carnes	Gelopar	GMCR-2600	4	436,25
	Moedor de carne	Skymssen	PS-22	1	736,00
	Serra-fita para ossos	Skymssen	SL-282	1	1472,00
Ventilador	Furacão	Oscilante	2	186,50	
Áreas Auxiliares (Controle e Segurança)	Bebedouro	IBBL	BAG 40	1	120,00
	Câmera	Intelbras	VHD 3120 SD	10	19,00
	Central de alarme monitorada	Intelbras	AMT 2018	1	4,60
	Computador	Adotado valor de consumo estabelecido pela ANEEL		2	130,00
	Luminária hermética à LED	Lumicenter	LHT22-S4800830	8	37,00
	Luminária de emergência	Intelbras	LEA 101	20	2,00
	Sistema de som ambiente	Premier	RCV300BT	1	1260,00
	Telefone	Intelbras	TC 60 ID	2	5,00
Ventilador	Furacão	Oscilante	2	186,50	
Área de Apoio e Depósito	Balança computadoradora com impressora integrada	Prix	4 Uno	3	27,33
	Bebedouro	IBBL	BAG 40	1	120,00
	Fatiador de frios	Prix	Uni 350 G	1	300,00
	Geladeira comercial	Gelopar	GREP-6P	6	184,17
	Luminária hermética à LED	Lumicenter	LHT22-S4800830	45	37,00
	Telefone	Intelbras	TC 60 ID	2	5,00
Ventilador	Furacão	Oscilante	6	186,50	
Área de Vendas	Ar condicionado tipo split	Carrier	Split Piso Teto Space 48.000 BTU/h Frio	18	4640,00
	Balança computadoradora com impressora integrada	Prix	4 Uno	2	27,33
	Balcão expositor de frios	Gelopar	GAPS-310	3	745,83
	Bebedouro	IBBL	BAG 40	1	120,00
	Cafeteira elétrica	Marchesoni	CF.3.801	1	1300,00
	Caixa tipo <i>check-out</i> (kit completo)	Toledo	Conjunto completo	6	160,00
	Conservador vertical para congelados	Gelopar	GPTF-570	6	710,83
	Conservador vertical para sorvetes	Gelopar	GLDF-570	6	816,67
	Expositor de hortifrutícola (aberto)	Gelopar	GSHF-240VD	1	1987,50
	Expositor ilha para congelados em geral	Gelopar	GESD-210PR	16	464,17
	Expositor vertical de queijos (aberto)	Gelopar	GSTO-240VM	1	1983,33
	Expositor vertical para laticínios	Gelopar	GEVT-6PPR	4	366,67
	Fatiador de frios	Prix	Uni 350 G	1	300,00
	Luminária hermética à LED	Lumicenter	LHT22-S4800830	162	37,00
	Vitrine refrigerada para fatiados	Gelopar	GSRA-110F	2	1020,83
	Sanitários	Chuveiro elétrico	Lorenzetti	Maxi Ducha	4
Luminária hermética à LED		Lumicenter	LHT22-S4800830	8	37,00
Escritório	Ar condicionado tipo split	Carrier	Split Piso Teto Space 48.000 BTU/h Frio	1	4640,00
	Computador	Adotado valor de consumo estabelecido pela ANEEL		3	130,00
	Impressora	Epson	WF-R5690	1	9,60
	Luminária hermética à LED	Lumicenter	LHT22-S4800830	11	37,00
	Telefone	Intelbras	TC 60 ID	3	5,00
Padaria	Amassadeira espiral	Venâncio	VAEMS25NR	2	2250,00
	Batedeira planetária	Skymssen	BPS-05-N	2	500,00
	Câmara de fermentação de pães	Gelopar	GCTP-1200I	2	58,33
	Forno turbo elétrico	Skymssen	DISCOVERY 10	1	24900,00
	Geladeira comercial	Gelopar	GREP-6P	2	184,17
	Luminária hermética à LED	Lumicenter	LHT22-S4800830	10	37,00
	Moinho de pão	Skymssen	MPAL	1	368,00
Ventilador	Furacão	Oscilante	2	186,50	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Além disso, durante a visita ao estabelecimento, realizou-se a caracterização das rotinas de operação dos equipamentos para a criação do Fator de Operação dos aparelhos do supermercado. A caracterização das rotinas de operação foi realizada por meio de entrevistas aos funcionários de cada setor do supermercado.

Para a determinação do Fator de Operação, considerou-se o número de atendimentos nos caixas do supermercado por período de uma hora, no intervalo de 8:00 às 21:00h durante uma semana, conforme apresentado no Gráfico 1. A quantidade de atendimentos nos caixas foi estimada conforme os dados da ferramenta Horários de Pico do Google para o supermercado estudado.

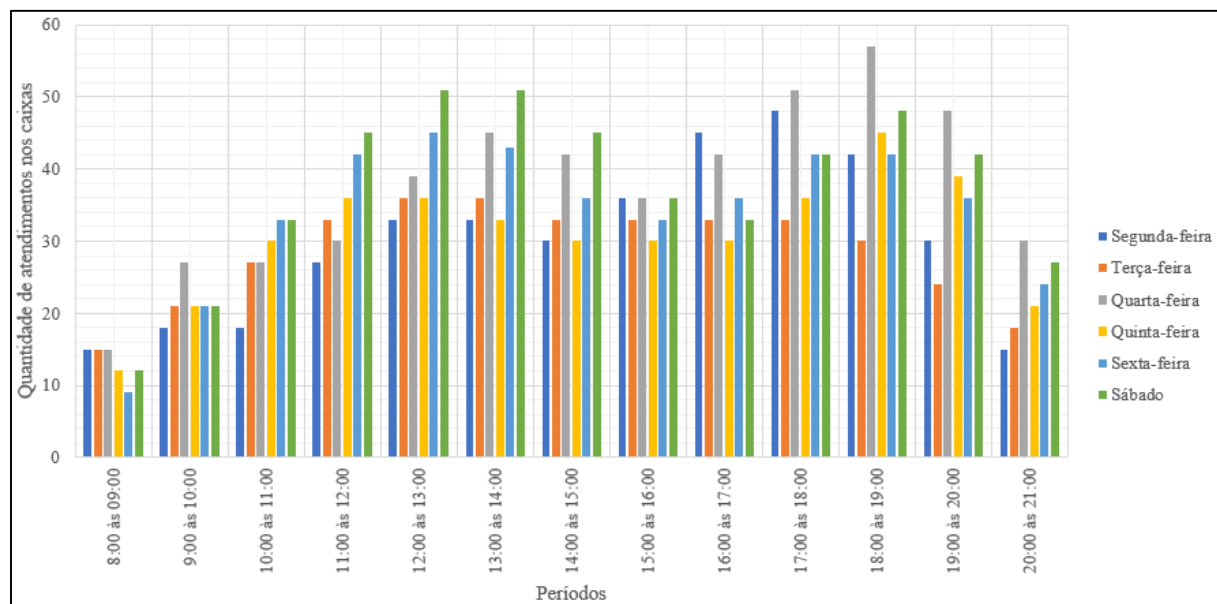


Gráfico 1 – Quantidade de atendimentos por hora nos caixas de segunda-feira à sábado.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os dados reportados no Gráfico 1 auxiliaram na elaboração da Tabela 3, a qual apresenta os Fatores de Operação dos aparelhos e do sistema de climatização.

O Fator de Operação dos aparelhos e do sistema de climatização é dado respectivamente pelas Equações 4 e 5.

$$Aparelhos_{dia(período)} = Percentual_{dia(período)} - Percentual \text{ M\u00ednimo} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} Climatiza\u00e7\u00e3o_{dia(per\u00edodo)} \\ = Percentual_{dia(per\u00edodo)} + (1 - Percentual \text{ M\u00e1ximo}) \end{aligned} \quad (5)$$

Estes fatores representam um percentual de minutos de funcionamento durante uma hora de atividade e foram aplicados para o c\u00e1lculo de consumo dos equipamentos que o tempo de funcionamento estivesse associado ao fluxo de clientes no estabelecimento. Os Fator de Opera\u00e7\u00e3o dos aparelhos ($Aparelhos_{dia(per\u00edodo)}$) foi aplicado para os seguintes equipamentos: moedor de carne, serra-fitas e fatiadores de frios; j\u00e1 o Fator de Opera\u00e7\u00e3o ($Climatiza\u00e7\u00e3o_{dia(per\u00edodo)}$) do sistema de climatiza\u00e7\u00e3o foi adotado para os equipamentos de ar-condicionado. Para os demais equipamentos, adotou-se Fator de Opera\u00e7\u00e3o igual a 1.

Outro elemento que deve ser levado em considera\u00e7\u00e3o \u00e9 o Fator Pot\u00eancia (FP), que \u00e9 a rela\u00e7\u00e3o entre a pot\u00eancia ativa e a pot\u00eancia aparente, que \u00e9 a medida de quanto de pot\u00eancia est\u00e1 sendo consumida de maneira \u00fatil. Segundo Mamede Filho (2017), o fator de pot\u00eancia deve ser controlado de forma que permane\u00e7a dentro do limite de 0,92 indutivo e 0,92 capacitivo. Desta forma, para o caso em estudo, aplicou-se o fator de pot\u00eancia igual a 0,92. A Equa\u00e7\u00e3o 6 foi desenvolvida para determinar o consumo total por per\u00edodo de uma hora, onde i representa a linha.

Consumo por per\u00edodo

$$\begin{aligned} &= \sum_{i=1}^{54} (Pot\u00eancia \text{ do equip.}_i \times Qntd. \text{ de equipamentos}_i \times FP \\ &\times Fator \text{ de Opera\u00e7\u00e3o}_i) \end{aligned} \quad (6)$$

Para obter o consumo di\u00e1rio de cada equipamento, aplicou-se a Equa\u00e7\u00e3o 7, onde j representa a coluna.

Consumo di\u00e1rio

$$\begin{aligned} &= \sum_{j=1}^{24} Pot\u00eancia \text{ do equipamento}_j \\ &\times Qntd. \text{ de equipamentos}_j \times FP \times Fator \text{ de Opera\u00e7\u00e3o}_j \end{aligned} \quad (7)$$

O valor pago pelo consumidor é composto pela energia consumida, bem como por impostos (ICMS, PIS/PASEP e COFINS), além da taxa de iluminação pública (CIP). É necessário frisar que, para o presente estudo, não serão consideradas as bandeiras tarifárias.

O cálculo para a modalidade tarifária horária branca é apresentado conforme as Equações 8 -11, em que TE é a tarifa de energia e TUSD é a tarifa de uso do sistema de distribuição.

$$Custo_{kWh_{ponta}} = (TE + TUSD) \times Consumo_{kWh_{ponta}} \quad (8)$$

$$Custo_{kWh_{intermediário}} = (TE + TUSD) \times Consumo_{kWh_{intermediário}} \quad (9)$$

$$Custo_{kWh_{fora\ de\ ponta}} = (TE + TUSD) \times Consumo_{kWh_{fora\ de\ ponta}} \quad (10)$$

$$Custo_{kWh} = Custo_{kWh_{ponta}} + Custo_{kWh_{intermediário}} + Custo_{kWh_{fora\ de\ ponta}} \quad (11)$$

A modalidade tarifária convencional pode ser expressa conforme a Equação 12.

$$Custo_{kWh} = (TE + TUSD) \times Consumo_{kWh} \quad (12)$$

As Equações 13 - 16 indicam o cálculo para a modalidade tarifária horo-sazonal verde.

$$Parcela_{consumo} = (Tarifa\ de\ consumo\ na\ ponta \times Consumo\ medido\ na\ ponta) \quad (13)$$

$$+ (Tarifa\ de\ consumo\ fora\ de\ ponta \times Consumo\ medido\ fora\ de\ ponta)$$

$$Parcela_{demanda} = Tarifa\ de\ Demanda \times Demanda\ Contratada \quad (14)$$

$$Parcela_{ultrapassagem} = Tarifa\ de\ Ultrapassagem \times (Demanda\ Medida - Demanda\ Contratada) \quad (15)$$

$$Custo_{kWh} = (TE + TUSD) \times (Parcela_{consumo} + Parcela_{demanda} + Parcela_{ultrapassagem}) \quad (16)$$

Quanto a modalidade tarifária horo-sazonal azul, é indicada pelas Equações 17 - 20.

$$Parcela_{consumo} = (Tarifa\ de\ consumo\ na\ ponta \times Consumo\ medido\ na\ ponta) \quad (17)$$

$$+ (Tarifa\ de\ consumo\ fora\ de\ ponta \times Consumo\ medido\ fora\ de\ ponta)$$

$$\begin{aligned}
 & Parcela_{demanda} \\
 & = (Tarifa de Demanda na ponta \\
 & \quad \times Demanda Contratada na ponta) \\
 & \quad + (Tarifa de Demanda fora de ponta \\
 & \quad \times Demanda Contratada fora de ponta)
 \end{aligned} \tag{18}$$

$$\begin{aligned}
 & Parcela_{ultrapassagem} \\
 & = Tarifa de Ultrapassagem na Ponta \times (Demanda Medida na Ponta \\
 & \quad - Demanda Contratada na Ponta) \\
 & \quad + Tarifa de Ultrapassagem fora de Ponta \times (Demanda Medida fora de Ponta \\
 & \quad - Demanda Contratada fora de Ponta)
 \end{aligned} \tag{19}$$

$$\begin{aligned}
 Custo_{kWh} = (TE + TUSD) \times (Parcela_{consumo} + Parcela_{demanda} \\
 \quad + Parcela_{ultrapassagem})
 \end{aligned} \tag{20}$$

Por fim, para calcular o valor total de energia elétrica a ser pago pelo cliente, utilizou-se a Equação 21. Nessa equação a variável $Custo_{kWh}$ refere-se ao valor calculado com o auxílio da Equação 11 para a modalidade de tarifa branca, Equação 12 para tarifa convencional, Equação 16 para tarifa horo-sazonal verde e Equação 20 para tarifa horo-sazonal azul.

$$Valor \ a \ ser \ cobrado \ do \ cliente = \frac{Custo_{kWh}}{1 - (PIS + COFINS + ICMS)} + CIP \tag{21}$$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 4 apresenta os seguintes resultados: Consumo Mensal por Aparelho (kWh), Consumo Mensal por Modalidade Tarifária (kWh) e a alocação de Consumo por Posto Tarifário. Esses resultados foram obtidos por meio da inserção dos dados de entrada: quantidade de cada equipamento e suas devidas potências de operação (Tabela 2); intervalos de horários de funcionamento e quantidades de equipamentos em operação por horário (desenvolvido na Equação 6 e Equação 7). Destaca-se que o consumo mensal total do supermercado foi de 46351,59 kWh.

Tabela 4 – Levantamento do consumo mensal do supermercado por modalidade tarifária.

Ambiente	Aparelho	Consumo Mensal por Aparelho (kWh)	Consumo Mensal por Modalidade Tarifária (kWh)					
			Branca			Convencional	Horosazonal	
			ponta	intermediário	fora de ponta		ponta	fora de ponta
Açougue	Amaciador de carne	40,09	7,92	3,76	28,41	40,09	9,25	30,84
	Balança computadoradora com impressora integrada	17,00	3,32	1,11	12,57	17,00	3,32	13,68
	Balcão expositor de carnes	749,29	135,86	45,29	568,14	749,29	135,86	613,43
	Luminária hermética à LED	120,37	26,96	14,98	78,43	120,37	26,96	93,41
	Míni-câmara para carnes	1155,89	105,96	70,64	979,29	1155,89	105,96	1049,93
	Moedor de carne	80,18	15,84	7,53	56,82	80,18	18,50	61,68
	Serra-fita para ossos	160,36	31,67	15,05	113,63	160,36	37,01	123,35
	Ventilador	115,99	22,65	7,55	85,79	115,99	22,65	93,34
Áreas Auxiliares (Controle e Segurança)	Bebedouro	40,19	7,29	2,43	30,47	40,19	7,29	32,90
	Câmera	125,86	11,54	7,69	106,63	125,86	11,54	114,32
	Central de alarme monitorada	1,27	0,00	0,09	1,18	1,27	0,00	1,27
	Computador	129,65	15,79	7,89	105,97	129,65	15,79	113,86
	Luminária hermética à LED	86,73	17,97	10,48	58,28	86,73	17,97	68,76
	Luminária de emergência	14,35	2,43	1,62	10,30	14,35	2,43	11,92
	Sistema de som ambiente	391,81	76,51	25,50	289,80	391,81	76,51	315,30
	Telefone	3,11	0,61	0,20	2,30	3,11	0,61	2,50
Ventilador	124,91	22,65	7,55	94,71	124,91	22,65	102,26	
Área de Apoio e Depósito	Balança computadoradora com impressora integrada	25,50	4,98	1,66	18,86	25,50	4,98	20,52
	Bebedouro	40,19	7,29	2,43	30,47	40,19	7,29	32,90
	Fatiador de frios	32,68	6,46	3,07	23,16	32,68	7,54	25,14
	Geladeira comercial	731,97	67,10	44,73	620,14	731,97	67,10	664,87
	Luminária hermética à LED	446,06	103,35	58,41	284,30	446,06	103,35	342,71
	Telefone	3,11	0,61	0,20	2,30	3,11	0,61	2,50
	Ventilador	294,43	33,97	11,32	249,13	294,43	33,97	260,46
Área de Vendas	Ar condicionado tipo split	20994,54	4199,42	1654,86	15140,27	20994,54	4501,92	16492,62
	Balança computadoradora com impressora integrada	17,00	3,32	1,11	12,57	17,00	3,32	13,68
	Balcão expositor de frios	749,29	135,86	45,29	568,14	749,29	135,86	613,43
	Bebedouro	37,32	7,29	2,43	27,60	37,32	7,29	30,03
	Cafeteira elétrica	62,19	0,00	0,00	62,19	62,19	0,00	62,19
	Caixa tipo check-out (kit completo)	214,32	45,34	16,19	152,79	214,32	46,96	167,37
	Conservador vertical para congelados	2825,12	258,97	172,65	2393,51	2825,12	258,97	2566,15
	Conservador vertical para sorvetes	3245,77	297,53	198,35	2749,89	3245,77	297,53	2948,24
	Expositor de hortifrutícola (aberto)	665,57	120,68	40,23	504,67	665,57	120,68	544,89
	Expositor ilha para congelados em geral	4919,46	450,95	300,63	4167,88	4919,46	450,95	4468,51
	Expositor vertical de queijos (aberto)	664,18	120,43	40,14	503,61	664,18	120,43	543,75
	Expositor vertical para laticínios	491,16	89,06	29,69	372,42	491,16	89,06	402,10
	Fatiador de frios	32,68	6,46	3,07	23,16	32,68	7,54	25,14
	Luminária hermética à LED	1879,82	363,96	181,98	1333,89	1879,82	363,96	1515,87
	Vitrine refrigerada para fatiados	683,71	123,97	41,32	518,42	683,71	123,97	559,74
	Sanitários	Chuveiro elétrico	263,12	0,00	111,32	151,80	263,12	0,00
Luminária hermética à LED		86,73	17,97	10,48	58,28	86,73	17,97	68,76
Escritório	Ar condicionado tipo split	1442,85	281,74	93,91	1067,20	1442,85	281,74	1161,11
	Computador	121,27	23,68	7,89	89,70	121,27	23,68	97,59
	Impressora	2,99	0,58	0,19	2,21	2,99	0,58	2,40
	Luminária hermética à LED	83,19	22,47	7,49	53,24	83,19	22,47	60,73
Telefone	4,66	0,91	0,30	3,45	4,66	0,91	3,75	
Padaria	Amassadeira espiral	430,56	0,00	0,00	430,56	430,56	0,00	430,56
	Batedeira planetária	95,68	0,00	0,00	95,68	95,68	0,00	95,68
	Câmara de fermentação de pães	39,07	0,00	2,36	36,71	39,07	0,00	39,07
	Forno turbo elétrico	893,41	0,00	0,00	893,41	893,41	0,00	893,41
	Geladeira comercial	243,99	22,37	14,91	206,71	243,99	22,37	221,62
	Luminária hermética à LED	97,35	22,47	12,73	62,16	97,35	22,47	74,89
	Moinho de pão	17,61	7,45	7,45	2,71	17,61	3,72	13,88
	Ventilador	115,99	22,65	7,55	85,79	115,99	22,65	93,34
CONSUMO POR POSTO TARIFÁRIO (kWh)			7174,26	3355,72	35621,68	46351,59	7686,10	38665,50
CONSUMO TOTAL MENSAL (kWh)			46351,59					

Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir do levantamento do consumo total de todos os equipamentos em operação por período de uma hora (Equação 6), possibilitou-se a construção da curva de consumo mensal do supermercado (Gráfico 2). Gerou-se também o relatório de posses de equipamentos e

hábitos de consumo (Gráfico 3) por categoria dos equipamentos, a partir do levantamento dos dados de consumo diário total por aparelho (Equação 7).

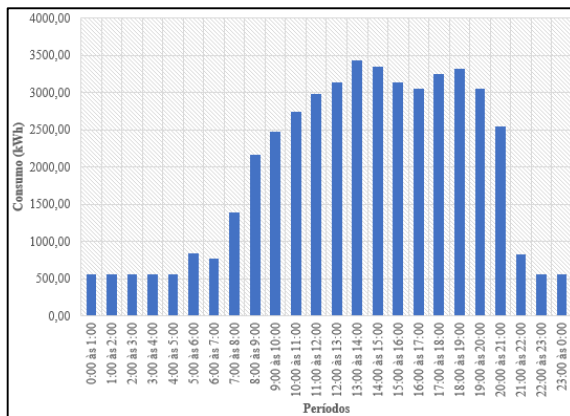


Gráfico 2 – Curva de consumo do supermercado.

Fonte: Elaborado pelos autores.

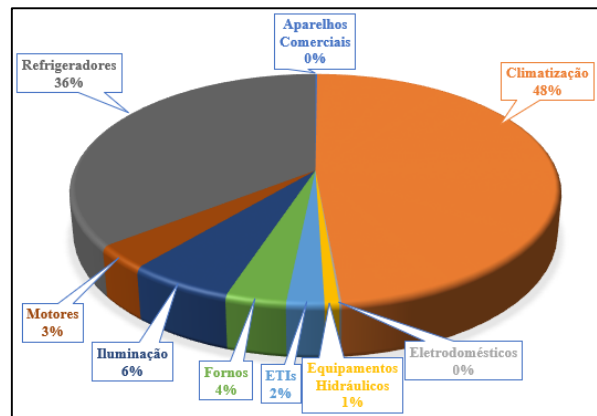


Gráfico 3 – Posses de equipamentos e hábitos de consumo.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Dado que o supermercado adotado como cenário para a simulação da ferramenta está localizado em Vitória – ES e que o consumo mensal foi de 46351,59 kWh, foram consideradas as tarifas e os tributos praticados pela fornecedora EDP/ES no mês de outubro de 2018, e obtiveram-se os valores de contas de energia expostos na Tabela 5.

Tabela 5 – Valores das contas de energia de acordo com cada modalidade tarifária.

Modalidade Tarifária	Subgrupo/Classe/Subclasse	Base de Cálculo	Valor Total a Pagar
Branca - Grupo B	B1 - Residencial	R\$ 27.041,09	R\$ 40.085,67
	B2 - Rural	R\$ 19.018,30	R\$ 28.200,05
	B2 - Cooperativa de Eletrificação Rural	R\$ 19.018,30	R\$ 28.200,05
	B2 - Serviço Público de Irrigação	R\$ 16.301,31	R\$ 24.174,88
	B3 - Demais Classes	R\$ 28.062,46	R\$ 41.598,82
Convencional	B1 - Residencial	R\$ 26.062,57	R\$ 38.636,02
	B1 - Residencial - Baixa Renda	R\$ 23.751,48	R\$ 35.212,18
	Consumo mensal até 30kWh	R\$ 8.313,16	R\$ 12.340,59
	Consumo mensal entre 31kWh e 100kWh	R\$ 14.251,26	R\$ 21.137,78
	Consumo mensal entre 101kWh e 220kWh	R\$ 21.376,43	R\$ 31.693,58
	Consumo mensal superior 220kWh	R\$ 23.751,48	R\$ 35.212,18
	B2 - Rural	R\$ 18.243,99	R\$ 27.052,93
	B2 - Cooperativa de Eletrificação Rural	R\$ 18.243,99	R\$ 27.052,93
	B2 - Serviço Público de Irrigação	R\$ 15.637,64	R\$ 23.191,67
	B3 - Demais Classes	R\$ 26.062,57	R\$ 38.636,02

Fonte: Elaborado pelos autores.

Devido a carga instalada do empreendimento ser inferior a 75 kW, o supermercado adotado como cenário do estudo é caracterizado como uma instalação de baixa tensão (ELETROBRÁS, 2014). Por se tratar de uma instalação comercial de baixa tensão, o supermercado é alocado na classe consumidora B3 (demais classes). Diante das informações levantadas, notou-se que o cenário analisado possibilita ao consumidor aderir tanto à tarifa branca quanto à tarifa convencional. Porém, deve-se levar em consideração a modalidade tarifária que apresentar menor valor de conta de energia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do sistema descrito neste trabalho permitiu caracterizar as curvas de consumo a partir do levantamento dos parâmetros de entrada pré-estabelecidos. Ao término do processamento das informações o sistema fornece uma comparação entre as modalidades tarifárias, como forma de permitir que o usuário da interface realize uma análise da melhor opção para um determinado cenário.

Após uma comparação entre os resultados obtidos indicados como saída do sistema, observou-se que a modalidade tarifária mais apropriada para o cenário analisado é a tarifa convencional, pois em relação à tarifa branca, apresenta uma economia mensal de R\$ 2962,80.

Conclui-se que além de oferecer informações para comparações tarifárias, esta ferramenta possui um aspecto visual que auxilia a identificar a curva de carga da instalação. Com essa informação, o consumidor consegue observar os períodos de maior consumo. Além disso, verifica-se o maior consumo dos equipamentos, o que contribui para que consumidor passe a criar hábitos de economia. É importante citar que tal sistema não foi desenvolvido para a aplicação em apenas um tipo de instalação, o que, dessa forma, pode ser utilizado como mecanismo de tomada de decisão para os profissionais da área que necessitam de uma ferramenta que os auxilie no projeto de mudanças de tarifação de cargas específicas.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Postos Tarifários**. Brasília: ANEEL, 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/2pPpiSU>>. Acesso em: 12 out. 2018.

_____. **Tarifas Consumidores**, 2016. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/tarifas-consumidores/-/asset_publisher/e2INtBH4EC4e/content/bandeira-tarifaria/654800?inheritRedirect=false.%20Acesso>. Acesso em: 14 out. 2018.

_____. **Tarifa Branca**. Brasília: ANEEL, 2017. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/tarifa-branca>>. Acesso em: 12 out. 2018.

_____. **Banco de Informações de Geração - BIG**, 2018. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 10 out. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABRADEE. **Tarifas de Energia**. Disponível em: <<http://www.abradee.com.br/setor-de-distribuicao/tarifas-de-energia/tarifas-de-energia>>. Acesso em: 19 out. 2018.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL - BEN. **Relatório Simples do Balanço Energético Nacional 2017**, 2018. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/BENRelatorioSintese.aspx?anoColeta=2017&anoFimColeta=2016>>. Acesso em: 20 out. 2018.

BERNARDES, J. P. S. **Análise da Integração da tarifa branca e geração distribuída na rede de distribuição de baixa tensão**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica). Universidade Federal do Pampa, Alegrete, RS, 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. **Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010**. Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada. 2010.

_____. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. **Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015**. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. 2015.

_____. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. **Resolução Normativa nº 733, de 6 de setembro de 2016**. Estabelece as condições para a aplicação da modalidade tarifária horária branca. 2016.

BUENO, E. A. B. et al. Evaluating the Effect of the White Tariff on a Distribution Expansion Project in Brazil. In: **Innovative Smart Grid Technologies Latin America (ISGT LA)**, 2013 IEEE PES Conference On, São Paulo, 2013.

CAMPOS, A. **Gerenciamento pelo lado da demanda: Um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado) - Programa Interunidades de Pós Graduação em Energia (EP, FEA IEE, IF) da Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 95. 2004.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A – ELETROBRÁS. **Norma técnica MPN-DC 01/NDEE-02**. Fornecimento de energia elétrica em baixa tensão (Edificações individuais). 2014.

COUTINHO, P. C. **O ONS e a operação do sistema nacional – SIN**. Brasília: ONS, 2010.

CUNHA, M. V. D. **Estratégias de gerenciamento pelo lado da demanda aplicadas aos consumidores de BT considerando a tarifa branca e a geração distribuída**.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia , Programa de Graduação em Engenharia Elétrica. Santa Maria, p. 101. 2016.

DE VASCONCELOS, W. et al. **Benefícios da tecnologia da informação para as estratégias empresariais: uma revisão integrativa**. Revista Ciência & Saberes-Facema, v. 3, n. 4, p. 732-739, 2018.

ENERGIAS DE PORTUGAL (EDP). **Valores Contratuais e de Faturamento**. Disponível em: <<http://www.edp.com.br/distribuicao-sp/saiba-mais/informativos/valores-contratuais-e-de-faturamento>>. Acesso em: 17 out. 2018.

ENERGIAS DE PORTUGAL (EDP). **Tipos de Atendimento**. Disponível em:
<<http://www.edp.com.br/distribuicao-sp/saiba-mais/informativos/tipos-de-atendimento>>.
Acesso em: 17 out. 2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOMES, R. S. P. et al. **A modelagem matemática no Brasil: resultados de uma revisão integrativa de teses e dissertações**. Revista Thema, v. 15, n. 1, p. 156-167, 2018.

LAU, L. Shareenergy - Energia Solar ao Alcance de Todos. **Entenda as modalidades de tarifa de energia elétrica**, 2017. Disponível em: <<http://shareenergy.com.br/entenda-as-modalidades-de-tarifa-de-energia-eletrica/>>. Acesso em: 15 set. 2018.

MAMEDE FILHO, J. **Instalações Elétricas Industriais**. 9ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

MANCUZO, E. **Impacto do Gerenciamento pelo Lado da Demanda no Consumo Residencial**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Bauru, p. 95. 2017.

MAURER, L. Tarifas que Incentivam a Resposta da Demanda (DR) = Eficiência Energética (EE) e o Gerenciamento da Carga (DSM). **International Seminar on Electricity Tariff Structure** , Brasília , p. 26, 2009. Disponível em:
<http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Luiz%20Maurer_Jun09_AneelSeminar.pptx.pdf>.
Acesso em: 15 out. 2018.

MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. C. P.; GALVAO, C. M. **Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências**. Texto contexto - enferm., Florianópolis, v. 17, n. 4, Dez. 2008.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - PROCEL.
Manual de Tarifação da Energia Elétrica, 2011. Disponível em:

<http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Manual%20de%20Tarif%20En%20EI%20-%20Procel_EPP%20-%20Agosto-2011.pdf>. Acesso em: 20 out. 2018.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - PROCEL. **O**

Programa. 2018. Disponível em: <

<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID={921E566A-536B-4582-AEAF-7D6CD1DF1AFD}>> Acesso em: 13 out. 2018.

SANTOS, L. L. C. S. **Metodologia para análise da tarifa branca e da geração distribuída de pequeno porte nos consumidores residenciais de baixa tensão.**

Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2014.

ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM UM EMPREENDIMENTO HOSPITALAR

Fernanda Carvalhal de Oliveira¹; Valdete Guariza dos Santos¹; Vanderleia Maria da Penha Rissi¹; Victor Pivetta Bouvier¹; Saulo Pedrone da Rosa¹; Andrielly Moutinho Knupp².

1 Acadêmico(a) em Engenharia Civil, Faculdade Brasileira - Multivix Vitoria

2 Docente, Mestre em Engenharia Ambiental, Faculdade Brasileira – Multivix Vitória

RESUMO

O presente artigo consistiu na elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos da construção civil, em um empreendimento hospitalar localizado em Serra - ES. E tem por objetivo principal a melhoria na segregação, quantificação, acondicionamento e transporte dos resíduos gerados, de modo a prover a destinação final adequada, minimizando os impactos ambientais que possam ser gerados. Para elaboração do plano, inicialmente, os resíduos gerados foram classificados conforme a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente nº 307/2002 e, por conseguinte, foi feita a estimativa destes através do princípio de balanço de massa. Em seguida foi determinada para o empreendimento em questão a maneira mais adequada de acondicionamento, transporte e destino final. Foi observado neste trabalho que dos resíduos totais gerados, o maior percentual foi proveniente do concreto usinado, representando cerca de 50% (88,27 t), seguido pelos blocos de concreto com 25% (43,81 t), sendo ambos classificados como Classe A. Para o gerenciamento dos resíduos gerados foi constatado que a melhor forma de acondicionamento a ser empregada, devido ao grande volume de resíduos, são as baias e que o transporte deverá ser realizada por caminhões caçambas de acordo com a classificação dos resíduos, podendo estes serem destinados para usinas de reciclagem, de beneficiamento ou para aterros de resíduos da construção civil devidamente legalizados pelas normas ambientais. Desta forma, espera-se que o plano de gerenciamento de resíduos seja empregado no bloco B e replicado para todo empreendimento, a fim de minimizar o desperdício de material e os impactos ambientais no local.

Palavras-chave: Resíduos da construção civil. Plano de gerenciamento de resíduos. Empreendimento hospitalar.

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil representa uma das atividades que contribuem significativamente para o elevado consumo de recursos naturais e, conseqüentemente, para a geração de resíduos da construção civil. Segundo a Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais ABRELPE (2016), no Brasil, cerca de 58% do total dos resíduos sólidos urbanos gerados são oriundos da construção civil, e ainda cerca de 41,6% destes são dispostos em lixões.

A resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 307 de 2002 define resíduos da construção civil (RCC) como: “os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos”. Ainda, esta resolução estabelece que os resíduos não poderão ser dispostos em aterros de resíduos sólidos urbanos, vias públicas e em áreas protegidas por lei.

A crescente demanda de políticas públicas relacionadas aos resíduos sólidos, que visam à preservação dos recursos naturais e o cuidado com a saúde pública, obteve resposta com a aprovação e regulamentação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305 de 2010, cujo objetivo foi apresentar um conjunto de diretrizes compatíveis à gestão integrada e ao gerenciamento adequado dos resíduos sólidos.

Segundo a Lei 12.305 (BRASIL, 2010), o gerenciamento de resíduos sólidos é o:

Conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos

Contudo, essas políticas caminham a passos lentos, uma vez que a falta de gerenciamento de resíduos torna as conseqüências geradas ainda piores, pois com a produção de resíduos aumentando consideravelmente, sem dispor de uma reutilização apropriada, reciclagem e

disposição final adequada, acarretam vários problemas ao meio ambiente e à saúde da população (RIBEIRO; MORELLI, 2009).

Em contrapartida, conforme dispõe a legislação vigente, a responsabilidade de gerenciar este expressivo volume é dos respectivos geradores, porém, essa tarefa vem sendo realizada pelos municípios, em virtude dos resíduos serem dispostos nos logradouros públicos (ABRELPE, 2016).

Nagalli (2014) aponta que além dos impactos ambientais, a gestão inadequada dos RCC pode acarretar custos indesejáveis à obra. Desta forma, o gerenciamento desses resíduos deve atuar como um conjunto de ações operacionais que buscam minimizar a geração de resíduos em um empreendimento. Segundo Lima e Lima (2012) o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) é uma ferramenta eficaz que quantifica a geração de resíduos de construção, reformas, demolições, dentre outros, tendo como finalidade estabelecer diretrizes para o manejo e apropriada disposição dos resíduos gerados.

Diante do exposto, o presente estudo propõe a elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos da construção civil em um empreendimento hospitalar, a fim de minimizar os impactos ambientais e, conseqüentemente, na saúde da população.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. DEFINIÇÃO DE RESÍDUOS

Conforme a ABNT, por meio da NBR 10.004/2004 (BRASIL, 2004), os resíduos sólidos são definidos como:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede

pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Dentre os resíduos sólidos definidos, existem os da construção civil, que segundo dados da ABRELPE (2016), correspondem a cerca de 58% do total dos resíduos gerados no Brasil.

O CONAMA, na resolução nº 307 (BRASIL, 2002), define os resíduos sólidos da construção civil (RCC):

São os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc comumente chamados de entulhos de obra, calça ou metralha.

2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS

De acordo com a Norma Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 10004 (2004) os resíduos sólidos da construção civil são, em geral, ambientalmente classificados como inertes (Classe IIB), não apresentando constituintes solubilizados à concentrações superiores aos padrões da água potável. Porém, existem algumas exceções, como os resíduos de classes “C” e “D” especificados pela resolução nº307 de 2002 do CONAMA, que podem apresentar níveis de contaminantes que se enquadrem como não inertes, como seria o caso do gesso classificado como (Classe IIA), além dos resíduos de tintas, amianto, solventes e óleos que são considerados como perigosos (Classe I).

De acordo com uma pesquisa realizada por Pinto (1999), os resíduos da construção civil apresentam um baixo grau de periculosidade segundo a ABNT, porém o maior impacto ambiental relacionado a eles se deve pelo seu volume e o descarte irregular e aleatório no meio urbano, ocasionando o surgimento de aterros clandestinos, lixões a céu aberto, podendo causar o assoreamento de rios, a contaminação dos solos e lençóis, problemas nos sistemas de drenagem, dentre outros.

Para Porto e Silva (2010), a construção civil é um dos setores de produção que mais utiliza os recursos naturais. Formoso *et al.* (1996) afirma que as perdas muitas vezes são geradas por uma deficiência no processo de construção da obra que reflete em quantidades superiores às necessárias, acarretando custos adicionais de materiais, mão de obra qualificada, equipamentos, transportes, dentre outros.

2.3 PLANO DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS

Com o aumento da quantidade de resíduos sólidos despejados no meio ambiente, tornou-se necessário contabilizar o volume gerado, e assim definir a possibilidade de reutilização ou reciclagem dos materiais. Essas medidas são de extrema importância na busca de minimizar os danos causados por seu descarte indevido. À vista disso, introduziram-se no mercado empresas especializadas e legalmente habilitadas a recolher os resíduos sólidos, que mediante a insuficiência de alternativas para sua destinação, despertaram interesse em buscar opções de reuso, assim como na indústria da construção civil, que tem o exemplo das usinas de reciclagem, gerando benefícios econômicos e ambientais (PINTO, 1999).

De encontro com essa demanda, a Resolução CONAMA 307/2002 (BRASIL, 2002) estabelece diretrizes, critérios e procedimentos a serem implementados por municípios e grandes geradores de RCC, a fim de determinar medidas mitigadoras aos impactos ambientais provocados por esses resíduos. As aplicações dessas medidas culminam no PGRCC, que contempla a caracterização dos resíduos, separação, acondicionamento, transporte e destinação.

Segundo Santos (2015), para a implantação do PGRCC é necessário estabelecer os princípios de reduzir, reutilizar e reciclar como prioridades constantes no canteiro de obras. Para a adequada aplicação desses princípios, faz-se necessário a realização de treinamentos direcionados aos envolvidos.

Em um estudo realizado por Tozzi (2006), foram consideradas duas obras, uma com a aplicação de uma metodologia para gerenciamento dos RCC, e outra apenas para o levantamento dos resíduos gerados no período de execução, permitindo a elaboração de um comparativo entre elas. Nos resultados obtidos, constatou-se que na obra em que foram aplicadas as práticas do gerenciamento, houve uma redução de aproximadamente 28% dos resíduos gerados, sendo reaproveitados (dentro e fora da obra) cerca de 45%, diminuindo significativamente o volume de disposição final.

Já para Arnosti e Trinca (2015), que realizaram um estudo semelhante, houve uma redução de aproximadamente 67% na geração de resíduos para a obra com o plano de gerenciamento implantado, além de uma economia de 60% nos custos com a destinação final dos resíduos gerados na obra. De modo geral, a implantação do PGRCC resultou em um canteiro de obra mais limpo e organizado, promoveu uma redução expressiva no volume de resíduos gerados, além de minimizar custos e impactos ambientais.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho consiste na elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil durante a execução da obra de um empreendimento hospitalar. Será utilizada tanto uma abordagem qualitativa quanto quantitativa no estudo. A primeira, baseada nos aspectos observados em visita técnica relacionados às características dos diversos tipos de resíduos, o que subsidiará a estruturação do plano conforme a classificação dos RCC, o que implicará na forma de acondicionamento, transporte e destino final. A abordagem quantitativa está voltada para determinação da massa de resíduos gerados de forma a contribuir para melhor gestão dos resíduos gerados, através da aplicação do princípio do balanço de massa e das variáveis que permitirão fazer tal estimativa (quantidade de resíduos estimada em projeto, conversão de unidades de medida e índices de perda).

A seguir são apresentadas as premissas metodológicas consideradas no presente estudo.

3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

O empreendimento objeto deste estudo trata-se do Hospital Materno-Infantil, localizado em Colina de Laranjeiras, cidade de Serra - ES, conforme apresentado na Figura 1.

O empreendimento do Hospital Materno Infantil Colina de Laranjeiras consiste em um terreno de 25 mil metros quadrados, sendo 15 mil metros correspondentes à área construída. O projeto consiste em um prédio de três andares, divididos em sete blocos. A previsão é que existirão 120 leitos no total, sendo metade deles voltados para especialidade de pediatria e outra metade destinados à maternidade. Destes, existem ainda cinco unidades de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN), programa baseado na proposta de que 6,2 mil gestantes sejam atendidas por ano no local. (CONSÓRCIO WLAMIDAN, 2012).



Figura 1: Local do Hospital

Fonte: Adaptado de Google Earth (2018).

Por se tratar de uma obra de grande porte, para o presente estudo foi adotado apenas o bloco B (Figura 2), que se refere a uma unidade que possui elementos construtivos essenciais para um empreendimento hospitalar, contendo no primeiro pavimento maternidade e internação adulta e no segundo e terceiro pavimento a maternidade. O bloco contempla materiais utilizados em sua construção que, segundo estudos bibliográficos,

demandam especial atenção no que tange ao gerenciamento de RCC, visto que possuem índices de desperdício consideráveis e estão presentes nas etapas que serão abordadas a seguir.

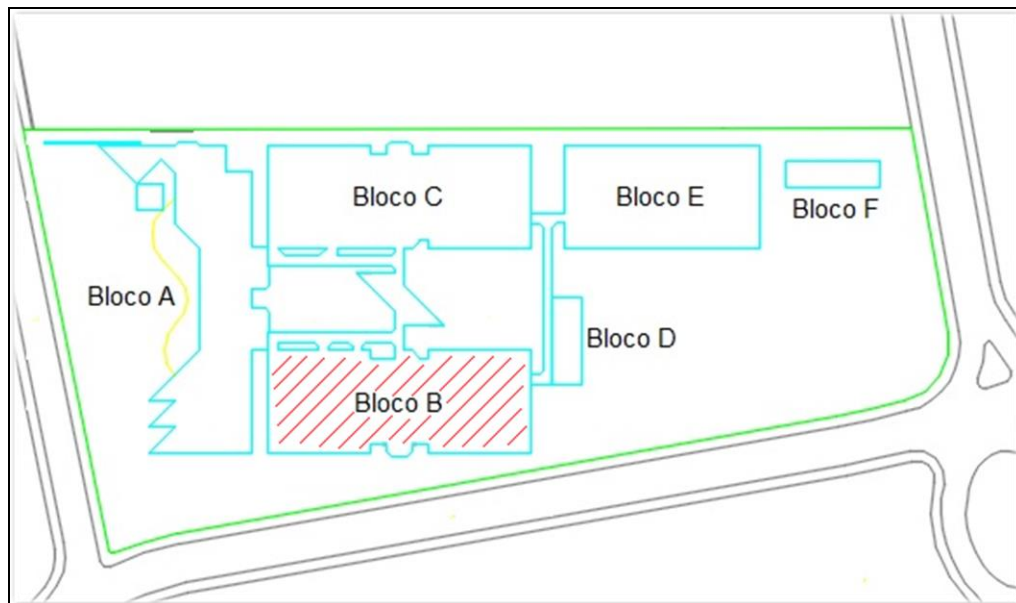


Figura 2: Disposição dos blocos.

Fonte: Adaptado de Consórcio Wlamidan (2012)

3.2 ELABORAÇÃO DO PLANO DE GERENCIAMENTO DE RCC

O Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) é um documento técnico com papel de identificar e quantificar o volume de resíduos gerados e, assim, apontar a melhor maneira de acondicionar, transportar e definir sua destinação final ambientalmente adequada e suas etapas, conforme apresentada na Figura 3.

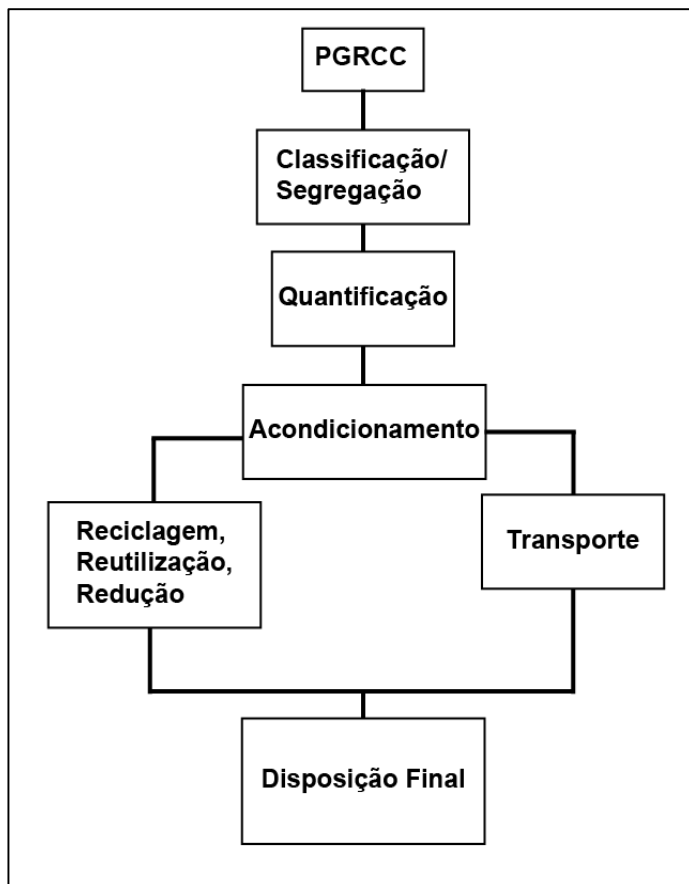


Figura 3: Fluxograma etapas do PGRCC

Fonte: Autores (2018)

3.2.1 CLASSIFICAÇÃO

A resolução CONAMA 307/2002 define a classificação dos resíduos da construção civil em quatro classes, o que permite um melhor planejamento de gestão e manuseio, conforme apresentado no Quadro 1. Esta compreende uma etapa fundamental para o planejamento prévio do processo de reutilização e/ou reciclagem dos resíduos, pois estes são definidos conforme as características dos resíduos.

Quadro 1 - Classificação dos resíduos sólidos conforme CONAMA 307/2002

Classificação	Definição	Resíduos
Classe A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados.	De construção, demolição, reformas e reparos, de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; De construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc), argamassa e concreto; De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc) produzidas nos canteiros de obras.
Classe B	São os resíduos recicláveis para outras destinações	Plástico, papel/papelão, metais, vidros, madeira, gesso e outros;
Classe C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam sua reciclagem/recuperação	Oriundos do gesso (tratamento pelo gerador).
Classe D	São os resíduos perigosos oriundos do processo de construção	Tintas, solvente, óleos e outros, ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde, oriundos de demolição, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, assim como telhas e demais objetos, além de materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Fonte: Resolução CONAMA nº 307/02 (2002)

3.2.2 QUANTIFICAÇÃO

Fatores como o padrão de qualidade da obra, a técnica construtiva utilizada, a qualidade da mão-de-obra, o controle de perdas e desperdícios, assim como uma apropriada coordenação dos serviços executados, interferem diretamente na quantificação do volume de RCC previsto para determinada obra (COSTA, 2012).

Para estimar o volume de RCC gerados no empreendimento hospitalar estudado, foram considerados os dados de projeto fornecidos pela construtora, com base na quantidade de materiais gastos por cada etapa da obra. Neste caso foram analisadas apenas as etapas de superestrutura, vedação e acabamento, pois identificou-se maior geração de resíduos provenientes dessas fases, que estavam em andamento no ato da visita técnica, e por estarem visíveis nos locais de acondicionamento. As quantidades definidas no projeto são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Materiais de construção e quantidades de projeto.

Material de construção	Quantidade de Projeto	Unidade
Concreto usinado	1.839,00	m ³
Aço	202.847,00	Kg
Blocos de concreto	11.128,84	m ²
<i>Drywall</i>	2.439,23	m ²
Argamassa	18.458,74	m ²
Revestimento cerâmico	3.000,81	m ²

Fonte: Adaptado de Consórcio Wlamidan (2012)

Na superestrutura será empregada a técnica de blocos de concreto convencionais para paredes externas, *drywall* para paredes internas e lajes protendidas. Na etapa de vedação e acabamento serão contemplados argamassa, cerâmica e gesso acartonado, pois tratando-se de uma obra de grande porte, a metragem quadrada possui um valor significativo, aumentando conseqüentemente o volume dos resíduos gerados.

Segundo LI (2013), a quantidade de material da construção civil desperdiçado pode ser mensurada a partir da quantidade necessária para a execução do projeto, sendo que cada tipo de elemento apresenta um percentual de perda e medidas diferente, tornando-se necessário a conversão de medidas igualando a unidade, sendo adotada a conversão para unidade de massa. Em geral, o fluxo de materiais de construção de um projeto é representado pela Figura 4.

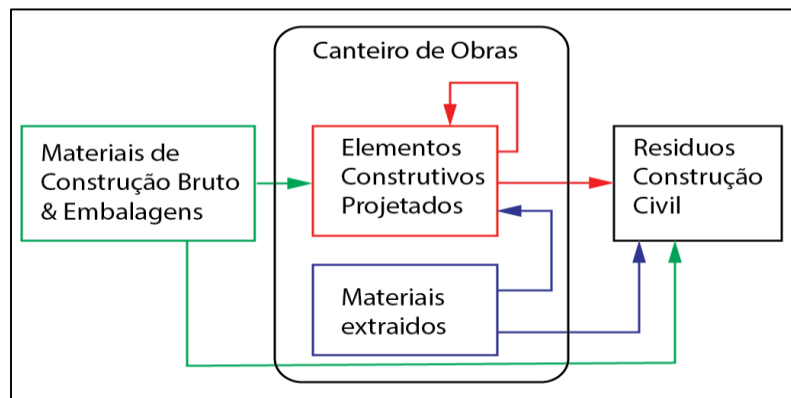


Figura 4: Fluxograma de materiais de construção.

Fonte: Adaptado de LI (2013)

O princípio do balanço de massa consiste na soma dos materiais de construção pré-estabelecidos no projeto, suas embalagens e os materiais extraídos do local da obra. Estes devem ser iguais ao elemento construtivo previstos em projeto, mais os resíduos gerados na construção, conforme mostra a Equação (1) (LI, 2013):

$$(M_p + E) + M_e = E_p + RCC \quad (1)$$

Onde,

M_p = Matérias primas construtivas

E = Embalagens

M_e = Material extraído do local da obra como solo, rochas e

E_p = Elementos construtivos constatados em projeto

RCC = Resíduos da construção civil

Para este estudo, foram adotados alguns parâmetros acerca da fórmula apresentada:

- Não será considerado o volume de embalagens, pois a obra já está sendo executada e esses materiais já foram descartados, não havendo um controle deste quantitativo, sendo, portanto, esta variável adotada como zero.
- O empreendimento não informou o volume de material extraído do local da obra, e desta forma, esta variável não será considerada.

3.2.2.1 Identificação do índice de conversão de unidades

Para a quantificação dos RCC, convencionalmente, utiliza-se a unidade de massa em quilogramas (kg) ou toneladas (t), e por isso faz-se necessário a aplicação de índices de conversão de unidades, visto que nos dados do projeto estudado os materiais foram considerados em diferentes unidades, incluindo a de volume.

Para quantificação dos resíduos, foi considerada a Tabela 2, contendo os pesos específicos dos materiais estudados, possibilitando a conversão de unidade de volume para a unidade adotada: tonelada (t).

Tabela 2 - Peso específico dos materiais

Material de Construção	Peso Específico (t/m ³)
Concreto usinado	2,4
Aço	7,8
Blocos de concreto	2,2
<i>Drywall</i>	0,222
Argamassa	1,9
Revestimento cerâmico	1,35

Fonte: Adaptado de KNAUF (2014); EMOP (2014); NBR 6120/80 (1980)

3.2.2.2 Identificação do índice teórico de perda dos materiais

O índice teórico de perdas representa percentual de resíduos que podem ser desperdiçados durante a execução de uma obra, ou seja, a fração de resíduos que podem ser gerados. A

Tabela 3 apresenta os valores de índices teóricos de perdas considerados para estimar o quantitativo de RCC gerados.

Tabela 3 – Índices teóricos de perdas de materiais

Material de construção	Índice de Perdas (%)
Concreto usinado	2
Aço	2,5
Blocos de concreto	3
<i>Drywall</i>	4
Argamassa	5
Revestimento cerâmico	2

Fonte: Adaptado de ESPINELLI (2005); TCPO (2008); ABRAGESSO (2011)

3.2.3 ACONDICIONAMENTO

O acondicionamento dos materiais gerados deve ser feito em um espaço amplo e de fácil acesso para seu recolhimento. Para o transporte externo realizado por caçambas, é aconselhável juntar um volume considerável a fim de que os caminhões transportem sua capacidade total, aproveitando ao máximo as viagens (LIMA & LIMA, 2009). No Quadro 2, são apresentados os recipientes mais utilizados para o acondicionamento inicial.

Quadro 2: Principais formas de acondicionamento dos RCC.

Acondicionamentos	Materiais
Bombonas	Resto de madeira, sacaria de embalagens plásticas, aparas de tubulações, sacos e caixas de embalagens de papelão, papéis de escritório, restos de ferro, aço, fiação.
Bags	Serragem, EPS, restos de uniformes, botas, tecidos, panos e trapos, plásticos, embalagens de papelão.
Baias	Restos de madeira, ferro, aço, arames, argamassa.
Caçambas estacionárias	Blocos de concreto e cerâmico, argamassa, telhas cerâmicas, madeira, placas de gesso, solo.

Fonte: Adaptado de LIMA & LIMA (2009)

3.2.4 TRANSPORTE E DESTINAÇÃO FINAL

O transporte interno dos RCC normalmente é realizado por carrinhos de mão, giricas, elevadores de carga, guias e guinchos, que movimentam o material do acondicionamento inicial para o final. Já para o transporte externo são utilizados caminhões poli guindaste ou caçambas estacionárias (LIMA & LIMA, 2009).

De acordo com a resolução CONAMA 307/2002, os RCC devem ter sua destinação diferenciada de acordo com suas classes.

- Resíduos de Classe A: deverão ser reutilizados na forma de agregados ou encaminhados a aterros e resíduos classe A de preservação de material para usos futuros;
- Resíduos de Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
- Resíduos de Classe C e D: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

4 RESULTADOS

Na construção do Hospital em estudo, observou-se durante a visita técnica realizada no canteiro de obras, que há uma preocupação com os resíduos gerados, visto que os materiais são previamente separados. No entanto, o empreendimento ainda não possui um PGRCC, o que demanda melhorias no que diz respeito ao gerenciamento de resíduos da construção civil.

Durante a visita e o levantamento quantitativo de projeto, constatou-se a presença dos seguintes resíduos, classificados conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Classificação dos resíduos da obra

Classificação 307/2002	CONAMA	Resíduos

A	Concreto usinado
	Blocos de Concreto
	Argamassa
	Revestimento cerâmico
B	Aço
C	<i>Drywall</i>

Fonte: Autores (2018)

O quantitativo total de materiais previstos e/ou utilizados na execução da obra do hospital, bem como a massa de RCC gerados, referente ao bloco B nas fases de superestrutura, vedação e acabamento, são apresentados na Tabela 5.

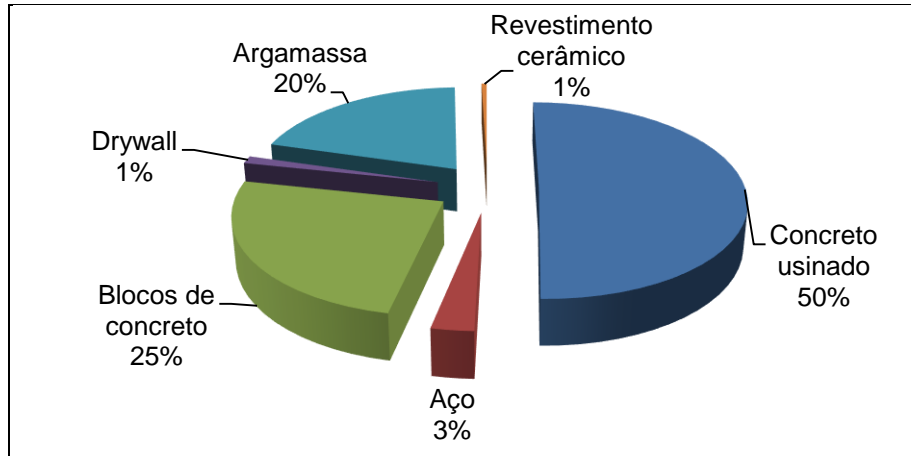
Tabela 5 – Estimativa da quantidade total de material e RCC gerados

Material de construção	Total (t)	RCC (t)
Concreto usinado	4413,6	88,27
Aço	202,847	5,07
Blocos de concreto	1460,66	43,81
<i>Drywall</i>	53,66	2,14
Argamassa	701,43	35,07
Revestimento cerâmico	40,51	0,81
Total	6872,70	175,17

Fonte: Adaptado de Consórcio Wlamidan (2012); Autores (2018)

O Gráfico 1 mostra o percentual estimado de RCC na obra do bloco B.

Gráfico 1: Geração dos RCC na obra



Fonte: Autores (2018)

A partir do gráfico apresentado acima, o material de construção com maior percentual de geração de resíduos é o concreto usinado, representando cerca de 50% dos resíduos totais gerados (88,3 t aproximadamente). Por conseguinte, o segundo maior gerador são os blocos de concreto com 25% (43,81 t) e a argamassa como terceira maior geradora, correspondente a 20% (35,07 t) de resíduos.

Já outros materiais como aço (3%), *drywall* (1%) e revestimentos cerâmicos (1%) apresentaram índices inferiores em relação aos materiais supracitados. Este indicativo pode estar relacionado ao reaproveitamento dos materiais (placas de gesso acartonado, perfis metálicos, revestimento cerâmicos) e também são materiais com maior facilidade para estimar as medidas exatas necessárias para a realização do projeto, evitando desperdícios de produção, como é o caso de concretos e argamassas.

O quantitativo de resíduos sólidos gerados na construção civil tem como causa diversos fatores, desde o recebimento da matéria prima na obra, ao manuseio inadequado (acomodação no almoxarifado e deslocamento). Tais fatores influenciam na durabilidade e vida útil da maioria dos materiais, sendo responsáveis por uma grande parcela da geração dos resíduos.

A Tabela 6 apresenta a composição dos resíduos da construção civil e seus respectivos percentuais em diversos estudos realizados no Brasil.

Tabela 6: Composição dos RCC no Brasil

Tipo de RCC	Composição dos RCC					
	Zordan (1997)	Angulo (2001)	Leite (2001)	Fonseca (2002)	Farias et al (2006)	Santos (2008)
Argamassas	37,4%	28%	28%	40,6%	39,4%	23,6%
Concreto	21,1%	44%	15,2%	12,5%	6,2%	14,1%
Material Cerâmico	22,8%	4%	26,3%	25,7%	49,4%	45,5%
Pedras	17,7%	23%	29,8%	20,3%	4,7%	-
Gesso	-	-	-	-	-	6,3%
Outros	0,5%	0,1%	0,4%	0,9%	0,3%	10,5%

Conforme as informações apresentadas na tabela acima, os materiais de construção com maior percentual de geração de resíduos são argamassa, concreto e material cerâmico. Com base nos índices teóricos de perdas e os materiais analisados neste estudo, destacaram-se com maior geração de RCC o concreto usinado com 50%, que se assemelha ao valor encontrado por Angulo (2001) de 44%; já o segundo maior percentual foi do bloco de concreto com 25%, que ficou mais próximo aos 25,7% de Fonseca (2002); e a argamassa, que foi o terceiro maior gerador com o valor de 20%, porém ainda inferior aos apresentados na Tabela 6. Cabe observar que os valores sofrem variação em função de alguns fatores como tipo de empreendimento, tecnologia construtiva empregada, região e dentre outras variáveis.

O acondicionamento dos resíduos gerados na obra do empreendimento hospitalar é realizado em montes numa área específica, conforme ilustrado nas Figuras 5, 6 e 7. Propõe-

se para o adequado acondicionamento dos resíduos gerados, o armazenamento em baias devido ao considerável volume, conforme a classificação de cada um destes.



Figura 5: Resíduos de aço

Fonte: Autores (2018)



Figura 6: Resíduos de *drywall*

Fonte: Autores (2018)



Figura 7: Resíduos de argamassa, blocos e concreto

Fonte: Autores (2018)

O aço utilizado na etapa de superestrutura é o único material que é enviado para reciclagem, por ser de fácil aceitação no mercado como sucata, visto seu valor econômico e por ser um material com alto índice de reaproveitamento. Já blocos de concreto, argamassa, revestimentos cerâmicos e *drywall* ainda não são acondicionados, nem encaminhados para um destino final de acordo com a Resolução CONAMA 307/2002.

Os resíduos gerados no canteiro de obras deverão ser retirados de maneira correta e seu transporte poderá ser realizado por caminhões caçambas ou caminhões leves, pois assim estes resíduos serão destinados a partir de sua classificação para aterros de resíduos da construção civil ou usinas de reciclagem.

5 CONCLUSÃO

Diante do estudo realizado conclui-se que os resultados estimados encontrados são condizentes com os índices apresentados pelos autores da bibliografia analisada. O método

quantitativo garante uma boa gestão da obra quando seu planejamento é realizado de maneira correta, identificando os materiais com maior número de resíduos.

Segundo os resultados obtidos através do índice de perdas dos materiais, o resíduo com maior incidência relatada foi o concreto usinado com 50%, seguido pelos blocos de concreto (25%) e argamassa (20%). Os resíduos devem seguir um plano de gerenciamento, sendo classificados e acomodados de maneira correta, para que sejam transportados e tenham uma destinação final apropriada. Para a obra em questão, a melhor forma de acondicionamento indicada foi em baias, por existir um volume expressivo de resíduos. O transporte deve ser realizado por caminhões caçambas, podendo ter destinações distintas de acordo com sua classificação, seguindo para usinas de reciclagem ou aterros de resíduos da construção civil devidamente legalizados pelas normas ambientais. O ideal é que toda empresa faça parcerias com usinas e cooperativas, viabilizando a devida reciclagem dos resíduos gerados, o que oferece economia com custos para destinação final, e reduz o volume dos aterros.

Portanto, à vista dos resultados apresentados, o PGRCC torna-se uma medida eficaz para a indústria da construção civil, uma vez que com a aplicação do plano, permitiu-se identificar antecipadamente os elementos com maior geração de resíduos e, conseqüentemente, maiores perdas e custos na fase de projeto, com isso melhorando o gerenciamento de separação, acomodação, transporte e destinação final. Dessa maneira tende a promover a redução expressiva no volume de resíduos gerados, a limpeza e organização do canteiro de obras, além de minimizar a extração de recursos naturais, reduzir os custos e impactos ambientais.

Diante dos resultados deste trabalho, e de maneira a dar prosseguimento a este tipo de pesquisa, propõem-se sugestões para estudos futuros, dos quais o alvo principal é o setor da construção civil, em busca de respostas que contribuam com a crescente demanda de sustentabilidade e preservação do meio ambiente, tais como:

- Efetivação de testes laboratoriais com os resíduos da construção civil para possível reaproveitamento destes em técnicas construtivas com função estrutural;
- Promover parcerias entre as usinas e cooperativas de reciclagem e as empresas do ramo da engenharia civil;
- Pesquisa de incentivos que impulsione a anuência à aplicação do gerenciamento dos RCC, por parte das pequenas e grandes construtoras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGULO, S. C. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados**. 2001. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

ARNOSTI, S.; TRINCA, A. C. **Avaliação da implantação e desempenho do plano de gerenciamento de resíduos sólidos**: comparativos entre obras residenciais plurifamiliares. *HOLOS environment*, mai. 2015. Disponível em: <<https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/viewFile/8885/6687>>. Acesso em: 22 mai 2018.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE – **Panorama dos Resíduos sólidos no Brasil**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/panorama/panorama2016.pdf>>. Acesso em: 17 mai 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6120:1980. **Cargas para o cálculo de estruturas de edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10004** - Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, ABNT: 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE BLOCOS E CHAPAS DE GESSO - ABRAGESSO – **Vantagens e Aplicações**. 2015. Disponível em: <<http://www.abragesso.org.br/index3.php>>. Acesso em: 08 mai 2018.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Dispõe sobre a política nacional de resíduos sólidos. Brasília, 2010. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 2 mai. 2018.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002: **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 jul. 2002.

COSTA, R. V. G. **Taxa de geração de resíduos da construção civil em edificações na cidade de João Pessoa**. Dissertação (Mestrado em engenharia ambiental e urbana) – Universidade federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

EMOP. **Empresa de Obras Públicas do Estado do Rio de Janeiro**. Disponível em:<www.riocusto.com.br/file/arquivos/tabelasEMOP.doc>. Acesso em: 10mai, 2018.

ESPINELLI, U. **A gestão do consumo de materiais como instrumento para a redução da geração de resíduos nos canteiros de obras**. In: Seminário de Gestão e Reciclagem de Resíduos da Construção e Demolição – Avanços e Desafios. São Paulo. PCC USP, 2005. CD-ROM.

FARIAS, C. A. S.; CARVALHO, J. B. Q. Avaliação do desempenho de blocos estruturais de concreto fabricados com entulho da construção civil. **Relatório de Estágio Supervisionado, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006**.

FONSECA, F. B. **Desempenho estrutural de paredes de alvenaria de blocos de concreto de agregados reciclados de rejeitos de construção e demolição**. 2002. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FORMOSO, C. T.; *et al.* **Sistemas de indicadores de qualidade e produtividade na construção civil**: manual de utilização. 3 ed. Rio Grande do Sul: UFRGS, 1996.

KNAUF - **Manual de Instalação, Sistemas KnaufDrywall**. 2014. Disponível em:<http://www.knauf.com.br/folder/manual/pdf/manual_instacao.pdf>. Acesso em: 8mai 2018.

LEITE.B. M. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

LI, Y. **Developing a sustainable construction**: Waste estimation and management system. A thesis submitted to the Hong Kong University of Science and technology in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy in civil engineerind, 2013.

LIMA, R. S.; LIMA, R. R. R. Guia para elaboração de projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil. Paraná, 2009. Disponível em:<http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/cartilhaResiduos_web2012.pdf>. Acesso em: 8 mai. 2018.

NAGALLI, A. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. São Paulo: Oficina de textos, 2015.

PINTO, T. de P. P. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. **Casoi**, São Paulo, 1999. Disponível em:<<http://www.casoi.com.br/hjr/pdfs/GestResiduosSolidos.pdf>>. Acesso em: 3 mai. 2018.

PORTO, M. E. H. C.; SILVA, S. V. **Gestão do projeto de reaproveitamento dos entulhos de concreto gerados pela construção civil**. 2010.

RIBEIRO, D. V.; MORELLI, M. R. **Resíduos sólidos: problema ou oportunidade**. Rio de Janeiro: Interciência, p. 158, 2009.

SANTOS, A. N. **Diagnóstico da situação dos resíduos de Construção e Demolição (RCD) no Município de Petrolina (PE)** Dissertação. Recife: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil/UNICAP; 2008. 111p.

SANTOS, T. W. **Gestão de resíduos sólidos de construção civil em uma construtora de Vila Velha–ES.** Artigo (Graduação Engenharia de produção) - Faculdade Estácio Vitória - FESV, Vitória, 2015, 31p.

TCPO. **Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos:** Engenharia Civil, Construção e Arquitetura. 13 Ed. São Paulo: PINI, 2008.

TOZZI, R. F.; **Estudo da influência do gerenciamento na geração dos resíduos da construção civil (RCC):** Estudo de caso de duas obras em Curitiba/PR. Dissertação (Mestrado em Engenharia de recursos hídricos e ambiental) – Pós-graduação em engenharia de recursos hídricos e ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006. 117p.

ZORDAN, E.Z. **Utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto.** Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1997.140p.

GESTÃO DO ESTOQUE: IMPORTÂNCIA NA PARAMETRIZAÇÃO E ADEQUAÇÃO DAS POLÍTICAS DE ESTOQUE À REALIDADE DE UMA INDÚSTRIA DE DERMOCOSMÉTICOS

Carolina Morgado Horta Barros¹; Gabriela Cadete Gazzinelli Cruz¹; Tullio Rocio Pitanga²

1 Graduanda em Engenharia de Produção na Faculdade Brasileira – MULTIVIX;

2 Engenheiro de Produção especialista em Docência no Ensino Superior – Professor Orientador – MULTIVIX.

RESUMO

Este artigo tem como objetivo evidenciar a importância de uma adequada política de gerenciamento de estoque de materiais em uma indústria de dermocosméticos. O uso do sistema lógico para este tipo de gestão, o MRP (Material Requirement Planning), deveria mostrar-se efetivo desde que o cadastro e a política implantada fossem corretos. Porém, como avaliado neste estudo, a falha de parametrização do sistema pode gerar um alto valor e quantidade de estoque, que representa capital empatado, ao mesmo tempo que podem faltar materiais para o cumprimento do plano de produção. Assim é necessário fazer uma reavaliação dos cadastros inseridos ou da política inserida no sistema para tentar identificar os possíveis parâmetros, como lead-time e cobertura, que estão causando danos à gestão da empresa. Ao identificar o erro, foi feito um estudo para calculá-los adequadamente levando em consideração as incertezas enfrentadas na gestão, sendo elas a acurácia do forecast, o atraso de leadtime dos fornecedores e o impacto do valor tanto para o estoque quanto para o faturamento. Para auxílio do cálculo proposto foram usadas fórmulas de cobertura e estoque médio, junto a ferramentas que ajudam na tomada de decisão como curvas ABCs e identificação de quadrantes/famílias. Ao fim nota-se um amadurecimento do gerenciamento de estoque com a redução dos custos de manuseio de armazenamento de 28% e do impacto no faturamento global da indústria em 56%, ao mesmo tempo que se espera aumentar o nível de atendimento.

Palavras-chave: Gerenciamento; Estoque; Parametrização; MRP.

ABSTRACT

This article's goal is to show the importance of an appropriate stock management policy inside an industry of dermo-cosmetics. The logic system used for such thing, the MRP (Material Requirement Planning), should show itself effective if its configurations, and the policy inserted, are proper. Nevertheless, as assessed in this study the improper parametrization of the system can generate a high value and quantity of material stock, which represents stationary money for the business, as well as provoke possible lack of materials necessary to fulfill the monthly production plan. Therefore, it's imperative to reevaluate the configurations or the policies inserted in the system to try to identify the possible parameters, such as leadtime and stock coverage, that are causing these damages to the company's management. When recognizing the mistake, it was made this study to calculate it assuredly looking at the uncertainties encountered by this process in the organization, such as the accuracy of the sales forecast, the delay in supplier's leadtime and the value impact for the stock and for the income. To help with this calculus it was used safety stock, coverage and average stock formulas, as well as decision helping tools like ABC curves and identification of quadrants/families. In the end, it can be notice a maturation of the stock management with the reduction of the storage costs of 28% and in the impact of its value in the global industry income of 56%, in addition to expectation of an increasing service level.

Key-words: Management; Stock; Parametrization; MRP.

INTRODUÇÃO

O Gerenciamento de Estoque é uma habilidade a ser explorada por empresas que visam tanto a diminuição do valor armazenado e redução da ocupação de espaços acondicionados, quanto à satisfação do cliente no nível de entrega de seus pedidos. De acordo com a filosofia Lean do Sistema Toyota de Produção, um dos oito desperdícios a ser suprimido para otimização de custos é o super estoque, ou seja, o elevado número de materiais e insumos entre processos e produtos acabados que inflam o valor de capital

estancado na empresa. Nesta realidade a gestão logística do estoque é um interessante recurso estratégico para ganho de competitividade, através do enxugamento deste desperdício.

O estoque em si existe para garantir o nível de serviço desejado pelo cliente e, portanto, faz-se necessário tanto em empresas make-to-stock quanto em empresas make-to-order, que o utilizam apenas em forma de pulmão. Do mesmo modo como define Slack, Chambers e Johnston (2007), não importa o que está sendo armazenado como estoque, ou onde ele está posicionado na operação, ele existirá porque existe uma diferença de ritmo ou de taxa entre fornecimento e demanda. Assim, do mesmo lado que se espera a eliminação do custo de estoque para melhor eficiência de fluxo de capital, também se espera que o estoque exista devido às incertezas de processos de avaliação de demanda, controle da produção e lead time.

Para tais inseguranças é que se apresenta a possibilidade de desenvolvimento de um estoque mínimo ou de segurança na tentativa de amortecimento das consequências causadas de sua falta no cumprimento da gestão de estoque. Vale salientar que o elevado estoque desenvolvido por esses tipos culmina muitas vezes em custos dispensáveis de sua manutenção, provenientes tanto dos custos financeiros de capital empatado e de armazenagem; enquanto a insuficiência destes tipos pode diminuir o nível de serviço prestado ao cliente, significando perdas de vendas. Portanto o cálculo destes deve ser feito de forma segura e consciente para evitar o excesso ou a falta de estoque, ao mesmo tempo em que leva em consideração as possíveis dúvidas dentro do processo.

A partir da realidade de uma indústria de dermocosméticos localizada na Serra-ES, foi criado este estudo com o intuito de implementar certos conceitos do gerenciamento de estoque como grande recurso estratégico para ganho de competitividade, reduzindo custos e desperdícios e aumentando estabilidade do processo de estocagem e atendimento de clientes. Levando sempre em consideração o pensamento de Skinner (1969), que afirma ser necessário que cada empresa defina sua estratégia empresarial, pois cada uma apresenta características de produção diferentes, e dessa forma é possível identificar a melhor forma de se gerenciar a demanda, o controle da produção e o lead time da empresa.

A organização em caso utiliza o MRP – Material Requirement Planning, sistema lógico que ajuda na gestão de estoque identificando necessidades de compra de materiais com base na parametrização de suas políticas de armazenamento. Nesta linha de raciocínio, pode-se concluir que uma política de estoque com ideologia errônea ou o incorreto cadastramento de parâmetros pode gerar danos à indústria, como, por exemplo, o não cumprimento do plano de produção causado pelo mal balanceamento da quantidade de materiais disponíveis ou um elevado número de estoque desnecessário para o período, que representa para a empresa recurso financeiro parado.

Este artigo apresenta a quantificação do estoque de materiais da indústria, a observação do seu comportamento e a comparação dos resultados da gestão de estoque atual com o esperado. Assim, detectou-se a prudência de reavaliação da política e parametrização inseridos no MRP com o intuito de reduzir o custo do estoque, bem como subir o nível de serviço desejado pela indústria. Dessa forma, é possível expor e consertar os diversos problemas causados pela inadequação identificada: a política de armazenamento errada, onde a cobertura desejada do produto no estoque era considerada igual ao leadtime de seu fornecedor.

Usando cálculos de estoque médio, estoque de segurança, curvas ABCs entre outras ferramentas para contas e tomadas de decisão foi então decidida a nova política de gestão de estoque de materiais e insumos da indústria. As informações e dados utilizados foram fornecidos pela organização e apresentados em valores de porcentagem por motivos de sigilo e são mostrados por meio de método quantitativo, apresentando os resultados em gráficos e tabelas.

REFERENCIAL TEÓRICO

A Gestão de Estoque esteve presente desde o início da história da humanidade, porém se consolidou durante a Revolução Industrial no século XVIII, onde se verificou a necessidade de controlar e mensurar o estoque armazenado de seus produtos e insumos. Garcia (2006) defende que a gestão de estoque está presente tanto nas empresas quanto na vida cotidiana das pessoas, e a humanidade vem utilizando o estoque como forma de desenvolvimento e sobrevivência, como o armazenamento de ferramentas e alimentos.

Com o passar dos anos, a Gestão de Estoque deixou de ser somente uma necessidade, e passou a atuar como uma estratégia empresarial para as organizações. De acordo com Pascal (2008), realizar um planejamento para controlar os materiais necessários para a produção de uma empresa, facilita determinar as áreas de estocagem, equilibrando o estoque e consumo. Além disso, Banzato (2003) afirma que o controle de estoque pode identificar os recursos operacionais necessários e otimizar o tempo de pessoas e de processo, fazendo com que empresas ganhem vantagens no mercado altamente competitivo.

O gerenciamento de estoque no meio organizacional tem a função de armazenar, abastecer, controlar e informar aos setores da empresa os materiais disponíveis para cada etapa da produção, podendo ser os insumos, matéria-prima, produtos semiacabados e acabados, sobressalentes, entre outros (França, 2009). Ou seja, todos os elementos que podem ser estocados servirão para suprir em algum momento a necessidade da organização.

Dias (2012) alega que o controle do estoque é fundamental para que o processo de produção e vendas opere com um número mínimo necessário para execução das suas operações, não havendo preocupações ou desníveis. Na mesma linha, Garcia (2001) afirma que se houver baixos níveis de estoque a empresa pode sofrer com perdas econômicas e altos custos pela falta de produtos, e se houver alto nível de estoque acarretará em custos operacionais e capital parado. Portanto, para se obter o ponto ótimo desse trade-off, é necessário que a empresa conheça suas metas de produção, levando em contas suas restrições, para que assim estude a melhor opção para o armazenamento de seu estoque otimizando sua produção e custos.

Ademais, Moreira (2006) afirma que a gestão de estoque deve ser analisada com cuidado, pois operacionalmente o estoque proporciona economias na produção e impacta no ritmo entre os fluxos principais da organização. Financeiramente o estoque faz parte do capital da empresa, pois age como forma de investimento. Desse modo o estoque deve ser bem administrado, pois se houver um estoque elevado, maior será o capital total da empresa, diminuindo assim a taxa de retorno econômico.

Para garantir o gerenciamento correto dos materiais a serem estocados, é preciso identificar as funções principais:

- Identificar “o que” deve ser mantido em estoque;

- Identificar quando reabastecer o estoque;
- Identificar quanto requisitar de material;
- Acionar a área que solicita o requerimento de compra;
- Controlar a quantidade no armazém;
- Identificar materiais danificados e/ou obsoletos.

Determinar a quantidade exata de insumos essenciais para produção, ter boa relação com o fornecedor e apontar o período que deve ordenar uma nova leva de material, possibilita reduzir custos desnecessários para empresa, evitar elevação de custos de armazenagem, e também reduzir desperdícios de materiais. Além disso, com o controle no estoque, é possível suprir a necessidade da continuidade operacional, as incertezas e variações da demanda, e apresentar disponibilidade dos materiais para a utilização.

De acordo com AROZO (2002), o monitoramento de desempenho da gestão de estoque é um identificador de possíveis melhorias na política, na organização ou nas características atuais do processo logístico da instituição. Existem vários grupos de indicadores que podem alertar o gerente quanto a presunção citada, são eles: indicadores de custo (custo de manutenção de estoque, custo relacionados à falta de estoque, custos relacionados à perecibilidade de matérias ou custos de importação fora do planejamento), indicadores de nível de serviço e indicadores de conformidade.

MRP

A melhor forma de identificar a necessidade dos materiais para o processo produtivo de uma organização é a utilização do sistema MRP – Material Requirement Planning, que em português significa Planejamento das Necessidades do Material. Slack, Chambers e Johnston (2007) define MRP como um sistema composto por programas lógicos que facilitam as empresas a calcularem as quantidades de suplemento necessário e o momento que haverá a necessidade de sua utilização, em uma escala de grau mais complexa.

Para o bom funcionamento do MRP é necessário que um planejador insira em seu sistema os apontamentos de sua realidade, as parametrizações e os controles de sua produção futura. Desse modo o programa identifica o que, quando e com quais recursos produzir e comprar, facilitando a tomada de decisão do planejador, confirmando o MRP como uma

ferramenta de planejamento, permitindo visualizar os possíveis cenários que podem vir a ocorrer, levando em consideração as diferentes demandas e seus retornos.

Pereira (2010), diz que a grande vantagem desse sistema é identificar os impactos que podem surgir com um replanejamento, pois o sistema por meio de um controle de estoque define o volume necessário a ser comprado para determinado período, conforme a demanda gerada pelo plano, podendo identificar itens que podem vir a faltar ou sobrar, assegurando a tomada de medidas corretivas e otimizando os estoques.

Garcia (2001) explica que o MRP é o somatório da previsão da demanda, do estoque de segurança, da quantidade já pedida, menos o estoque inicial. Isso irá gerar um valor, podendo ser positivo ou negativo. Se der negativo mostra que para aquele momento necessita ressuprimento de material, e com base no leadtime do fornecedor, o sistema informa a data na qual deve ser feita a requisição do pedido para que chegue no período almejado.

A previsão da demanda é geralmente determinada por meio de um histórico de demandas realizadas pelos anos anteriores. O estoque de segurança pode ser substituído pela cobertura desejada. Ambos têm o mesmo propósito, que é o estoque necessário para realizar a produção, sem que haja interrupções ou falta de material, mas levando em consideração a margem de segurança, que tem a finalidade de assegurar as incertezas da quantidade do material e as incertezas do período de entregar.

A diferenciação entre o estoque de segurança e a cobertura desejada é que o estoque de segurança é calculado em quilos e ao ser registrado no sistema MRP esse valor se torna fixo, não podendo ser alterado de acordo com a nova previsão de demanda. Já a cobertura desejada é calculada em dias, e ao ser registrada no MRP, sofre adaptação às mudanças de acordo com a demanda, apresentando valores mais próximos da realidade.

Contudo, a cobertura desejada tem o auxílio da cobertura de estoque, que tem como objetivo medir o tempo que o estoque atual leva para suprir as demandas futuras, sem que haja suprimento. Pode ser calculada da seguinte maneira:

$$\text{Cobertura de estoque} = \left(\frac{\text{estoque atual}}{\text{previsão da demanda}} \right)$$

Se a cobertura de estoque for menor que a cobertura desejada, isso indica que é preciso solicitar um pedido de ordem de material para que não tenha o risco de faltar material para a demanda prevista, e o estoque volte a ter a quantidade ideal que a empresa identificou necessária. Se a cobertura de estoque estiver muito maior que a cobertura desejada, isso indica que a empresa está apresentando um estoque elevado sem ter necessidade.

Vale ressaltar que outro fator importante para o controle de estoque no MRP é o cálculo do estoque médio (EM), este sendo:

$$EM = \frac{[\text{estoque inicial} + (\text{entradas} - \text{saidas})]}{2}$$

As entradas são o ressurgimento e a saída são os materiais utilizados na produção. Com esse controle é possível identificar a quantidade de material estocado utilizado em um determinado período, e, por meio disso, prever a quantidade de material a ser utilizado nos períodos seguintes.

CURVA ABC

A curva ABC - Activity Based Costing, que em português significa Custeio Baseado em Atividades, é uma ferramenta gerencial que proporciona identificar quais itens apresentam maior relevância para a empresa, tanto na sua utilização quanto no seu custo. Empresas que lidam com vários itens de estoque para o processo, o gerenciamento se torna mais complexo, e para poder facilitar o controle, uma alternativa seria a separação desses itens em subgrupos. Essa separação é feita pela verificação, em um determinado período de tempo, da utilização de cada item no estoque para que estes sejam classificados por ordem de importância (MARTINS, 2009). Já para Pozo (2002), a análise do ABC é a diferenciação de cada item no estoque feita principalmente pelo seu custo.

A classificação da curva ABC constitui no agrupamento de todos os itens estocados em três categorias (Pereira, 1999):

- Categoria A: itens com valor de demanda ou consumo anual alto
- Categoria B: itens com valor de demanda ou consumo anual intermediário
- Categoria C: itens com valor de demanda ou consumo anual baixo

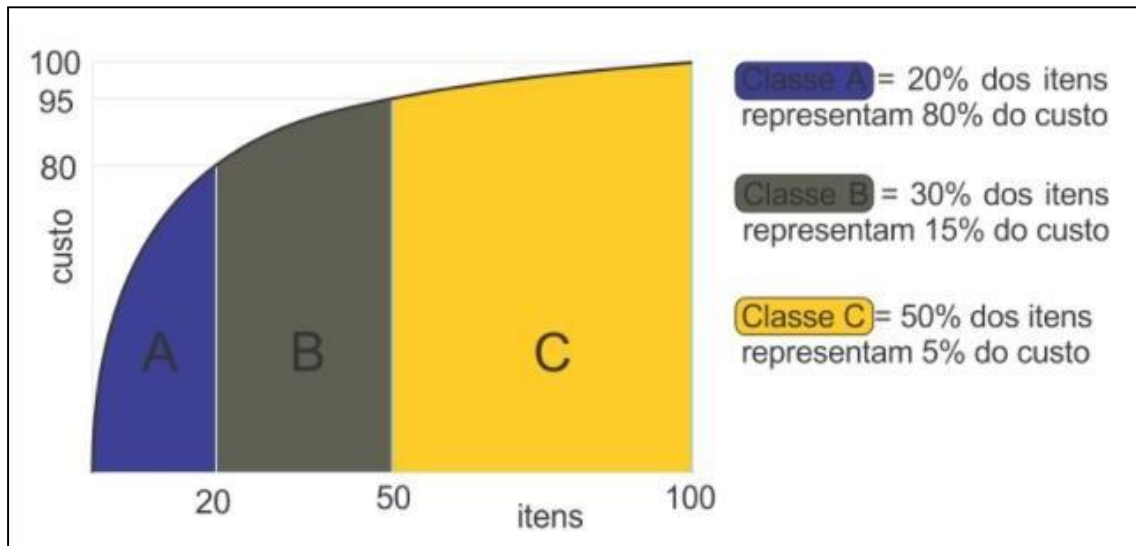


Gráfico 1: Curva ABC. Fonte: Thiago Barbosa

A imagem representa a classificação ABC. Geralmente os itens da classe A são apenas 20% do total dos itens no estoque, porém representam 80% do valor da demanda ou do consumo anual; os itens da classe B são 30% do total dos itens estocados e representam 15% do valor da demanda ou do consumo anual; os outros 50% pertencem à classe C e representam 5% do valor da demanda ou do consumo anual. Importante atentar-se que esses valores podem variar de acordo com a organização.

Portanto é curioso observar que na classificação ABC, a pequena parcela dos itens A corresponde ao maior percentual de valor para as empresas, porém esta representatividade pode ser considerada positiva ou negativa, dependendo do ponto de vista. De um lado itens que apresentam maior faturamento da empresa são considerados positivos, de outro lado itens com maior valor de estoque podem ser considerados negativos, pois estoque significa capital parado.

METODOLOGIA

Durante reuniões de gestão dos gerentes para avaliação do desempenho da indústria no primeiro semestre de 2017, foi questionado certos indicadores, estes sendo: o alto valor do estoque de materiais e a baixa porcentagem de materiais disponíveis no início do mês para

cumprimento do plano de produção. Ambos os dados geram desconfortos à indústria, pois o primeiro significa grande quantidade de dinheiro parado que poderia estar sendo investido, já o segundo pode culminar na não produção da seleção (mix) de produtos combinados a serem produzidos no mês, o que, conseqüentemente, gera rupturas do dermocosméticos no mercado. Assim, constatou-se que havia algo de errado com a política de estoque, pois a mesma gerava altos níveis de estoque de materiais, mas ao mesmo tempo faltavam certos itens para o cumprimento do mix do plano.

Para tentar solucionar essa problemática e foram destacadas duas hipóteses: a primeira era que o cadastramento estava errado, os números que foram inseridos não condiziam com o real; a segunda, era de que estes estavam certos, porém calculados ou analisados de maneira errônea. É importante destacar que os parâmetros necessários para que o MRP gere a necessidade de compra do material na data certa, e para que este chegue a tempo de deixar o estoque, com o que é desejado pela política são a cobertura desejada (ou estoque de segurança), o leadtime dado pelo fornecedor (tempo para chegada do material), o mínimo e múltiplo de compra e a demanda de uso do item baseado no forecast (previsão da demanda) dos produtos acabados em que está inserido.

O erro identificado deve ser corrigido de maneira a solucionar os efeitos indesejados de não cumprimento ao mix de produção e do grande valor do estoque. Deve-se lembrar que a eliminação total ou redução drástica do nível de estoque não é recomendado para a empresa em questão. Entretanto o cálculo para a adequação do valor do estoque à sua representatividade desejada no faturamento global, menor que 30%, deve ser feito de forma minuciosa, segura e coesa. Partindo deste preceito foram levadas em conta duas incertezas do processo industrial de armazenamento e na produção: o leadtime do fornecedor e a acurácia da previsão de vendas, também dita como forecast. Ao mesmo tempo se tomam precauções quanto à importância do material para o faturamento de indústria, tanto para sua participação na produção de um produto acabado quanto o seu impacto no custo armazenado.

ANÁLISE DO CENÁRIO ATUAL

Em estudo está uma indústria de dermocosméticos localizada na Serra – ES, cuja finalidade é a produção de produtos acabados, ou PAs, e a sua disponibilização para venda. A empresa conta também com operadores logísticos (OPL) responsáveis pelo armazenamento desses produtos finais. Assim, na indústria apenas estão em estoque materiais e de PAs que esperam liberação para serem enviados ao OPL.

Avaliando o caso em questão, o propósito do estoque do OPL é servir aos clientes finais, e o da indústria é abastecer a produção. Portanto é necessário distinguir ambas finalidades de armazenamento para a compreensão deste estudo.

Como informação, o período de congelamento de pedidos dos clientes finais é de 60 dias tendo ainda de maneira indevida, certa flexibilidade dentro dos últimos 30 a 60 dias. Assim, é de visão da empresa ter no operador o abastecimento adequado para os próximos 2 meses, de acordo com os pedidos baixados. Desta forma, pretende-se atender todos os pedidos de clientes e obter um nível de atendimento máximo para eles. Entretanto, em caso de grande falha no planejamento de estoque e na gestão dos materiais, este nível de atendimento ao cliente final pode ser diretamente afetado e diminuído, pois pode causar a não produção de certo PA, culminando em ruptura. Constatase que a gestão de estoque dos materiais é de suma importância, tanto para o nível de atendimento da produção, quanto indiretamente para o de atendimento dos clientes da ponta.

Assim a produção produz sempre para deixar o operador abastecido para o atendimento aos clientes. Porém além da incerteza quanto à demanda no fim do período de congelamento e a previsão fora deste, o estoque de materiais também sofre com o não cumprimento do leadtime do fornecedor. Uma boa maneira de avaliar se a gestão de estoque da indústria está sendo eficiente é avaliar a quantidade de materiais disponíveis para o plano mensal no início de cada mês, ao mesmo tempo em que se avalia esse custo para a indústria, pois representa capital parado.

IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS FALHOS

Primeiramente, em reuniões da diretoria sobre desempenho da indústria do primeiro semestre de 2017 foi posta em questão a gestão do estoque, pois de maneira que este crescia, representando cada vez mais capital empatado, ele continuava sem exercer sua

função de estar disponível para a produção. Na tabela abaixo o indicador mostrado é da representatividade do valor do estoque no faturamento global, o que foi considerado significativamente alto, e, também, indesejado, por ser considerado recurso financeiro parado. Na mesma demonstração é apresentado o indicador de quantidade de material disponível no início do mês para o cumprimento do plano gerador, onde é possível identificar as dificuldades a serem enfrentadas ao longo do mês para o respeito ao plano. Normalmente parte-se da premissa de que quanto maior quantidade e mais caro o estoque, maior o nível de atendimento entre a logística e a produção da indústria. Porém, as tabelas de indicadores abaixo apresentam a curiosa realidade na qual a organização se encontrava.

Estoque no Faturamento Global e Material Disponível no Início do Mês para o Cumprimento do Plano

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Valor do Estoque Materiais / Faturamento Global (%)	46%	44%	47%	49%	55%	64%
Materiais Disponíveis no Início do Mês para Cumprimento do Plano (%)	45%	38%	41%	27%	31%	36%

Fonte: Dados da Empresa

É observado então que a premissa anterior não acontece, pois ocorre o inverso: mesmo tendo um alto estoque, o nível de atendimento está baixo. Assim, é possível concluir que há alguma falha na gestão do estoque da organização.

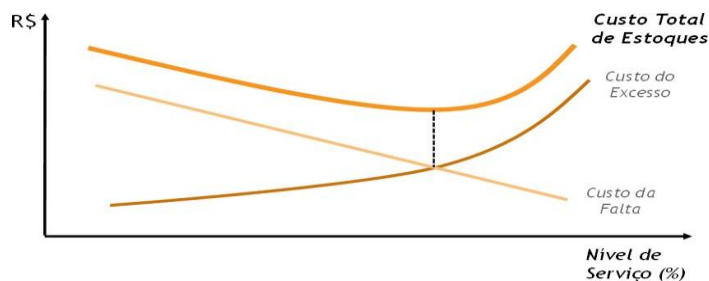
Pelo fato da gestão do estoque ser auxiliada pelo MRP, foram entrevistados os gerentes das áreas de operações que estão familiarizados com o sistema e curiosamente foi detectado que no início do ano de 2017 a política de cobertura desejada do estoque de materiais mudou, de cobertura de 60 dias para cobertura igual ao leadtime do fornecedor.

Esta troca pode ter sido causada pela confusão em relação ao entendimento do MRP, que vê a cobertura em certo período, averigua a cobertura desejada, e em caso de necessidade de compra, volta o tempo de leadtime para que o pedido seja feito a tempo para a chegada do material quando necessário.

A política adotada mostra entendimento errôneo, pois é possível perceber a diminuição dos materiais disponíveis, ao mesmo tempo que o valor do estoque aumenta, indicando enorme

desbalanceamento dos materiais armazenados. Um exemplo para o aumento do valor é que uma matéria prima importada, geralmente é de alto custo e de alto leadtime por vir em modal aquaviário. Supondo que este seja de 3 meses, a cobertura desejada será a mesma, o que significa que sempre terá em estoque três meses de uma matéria prima de custo elevado. Sendo a demanda da mesma alta, ela irá representar, então, significativa quantia de capital empatado para a empresa. Ao mesmo tempo, seguindo este raciocínio, uma embalagem de leadtime pequeno, como 10 dias, por ser um fornecedor local terá pequeno impacto no valor, mas quando a sua demanda mudar, de acordo com a previsão, é possível que pela baixa quantidade armazenada do item, ele falte para a produção do produto acabado em plano.

É pertinente lembrar que um material pode afetar a produção de múltiplos produtos, então quanto há falta de um material que impacta no plano de produção é necessário avaliar a sua substituição por outro fora da necessidade, para evitar a ociosidade de uma linha, mesmo que gere maior estoque do outro produto fora da necessidade. Estes são os custos causados pela falta de estoque. Em contrapartida há o custo do estoque e, portanto, é preciso decidir o meio termo entre eles, sendo no caso apresentado a ociosidade ou a produção de um produto fora do plano. Segue esquematização abaixo:



Fonte: Gabriel Cruz

Faz-se necessário explicar o plano de produção, que contém um mix de produtos a ser produzido com base na capacidade e necessidade destes para o estoque. Assim, todo início de mês tem-se o planejamento do que dever ser feito durante o período. Neste quesito, analisando a realização da quantidade a ser produzida para o mês, em relação ao respeito ao mix de produtos a ser produzido, é onde percebe-se o custo ocasionado pela falta de estoque que impediu a produção de certo produto previsto de ser fabricado naquele mês,

fazendo com que um produto fora do plano fosse produzido para evitar ociosidade, entrando em improviso.

Na tabela abaixo apresenta-se os indicadores de produção do plano da indústria para o primeiro semestre de 2017. Ao meio está a porcentagem realizada do plano, isto significa, a quantidade prometida a ser produzida no início do mês; ao lado direito está a porcentagem respeitada do plano, ou seja, quanto desta quantidade produzida realmente foi requisitada e gerada necessidade pelo plano mestre de produção. Assim, com esta separação é possível perceber a lacuna entre o feito e o realmente pedido, mostrando a compensação de produção do estoque para não deixar a indústria ociosa.

Tabela 2: Indicadores de Produção do Plano da Indústria

MÊS	% Realizada Plano	% Respeitada Plano
Jan	103%	71%
Fev	90%	74%
Mar	105%	85%
Abr	93%	72%
Mai	105%	87%
Jun	101%	75%
Jul	120%	83%

Fonte: Dados da Empresa

Relacionando a tabela de porcentagem de materiais disponíveis para cumprimento do plano no início do mês, com a do respeitado no final deste, percebe-se que durante o período foi possível trabalhar o crescimento do indicador à medida que materiais foram recebidos. Porém, é importante constatar as incertezas da chegada e o esforço extra dos funcionários para agilização no recebimento, tanto físico quanto fiscal, dos itens esperados.

PROPOSTA DE MELHORIA

Faz parte deste estudo propor uma correta e nova cobertura desejada do estoque, tratando-se de que a origem do problema era a política de cobertura desejada inadequada. Assim, precisa-se saber qual o valor mais adequado para esta cobertura e para isso foi preciso desenvolver um novo cálculo que levasse em consideração todas as incertezas do planejamento logístico, tentando ser o mais seguro possível, sem deixar de servir, ao mesmo tempo que não empatasse recurso financeiro da empresa. Essas intranquilidades são listadas por AROZO, SALGADO e SAGGIORO (2001) como sendo erros de previsão de demanda, atraso no ressuprimento de materiais (leadtime do fornecedor) e baixo rendimento da produção.

Assim propõe-se abaixo um cálculo para a nova cobertura desejada. Lembrando que a conta leva em consideração as incertezas, respeito do fornecedor em relação ao leadtime acordado e a acurácia da previsão de vendas do produto, e importâncias, impacto (em curva ABC) do valor do produto no faturamento da empresa e do item no estoque, do processo. Cada material foi relacionado ao produto acabado em que está inserido, atrelado à maior quantidade de previsão de vendas. Foram feitas de forma separada a quantificação da cobertura desejada de matérias-primas e de embalagens por questões particulares da empresa. Ressaltando que os critérios propostos abaixo condizem com a realidade e a necessidade da indústria e foram aprovados pelo diretor de operações. Seguem os itens discutidos de forma esquemática e o cálculo:

- O respeito do leadtime do fornecedor foi calculado com base nos últimos 6 meses, prévios ao estudo, de recebimento de material, como porcentagem de atraso no atendimento dentro do período combinado, mais uma fração de confiabilidade do fornecedor, sendo aplicado 1/4 do leadtime para embalagens e 1/3 para matérias-primas.

- A acurácia do forecast foi baseada principalmente na porcentagem de mudança do pedido de um produto que sai de previsão e vira carteira no período de congelamento, sendo aplicada maior porcentagem apenas para aqueles que tiveram a demanda aumentada e não diminuída.
- Para o impacto do material no valor de estoque, foi dimensionado o uso anual e feito o mesmo critério de curva ABC adotada pelos produtos acabados. Porém, percebe-se que a importância dada a eles é inversa, pois se quer maior faturamento do produto acabado e um menor valor do material no estoque.

Tabela 3: Esquema de Pesos e Fatores Escolhidos para Cálculos da Cobertura Desejada

Material	Peso ABC Material no Estoque	Produto Acabado de maior demanda	Peso ABC Produto acabado no faturamento	MP: 1/4 Leadtime EM: 1/3 Leadtime	% Atraso Médio Leadtime	% Acurácia Forecast PA
X	A=0,8 B=1,0 C=1,2	Y	A=1,6 B=1,2 C=1,0	Fração * Leadtime	%	%

Fonte: Dados da Empresa

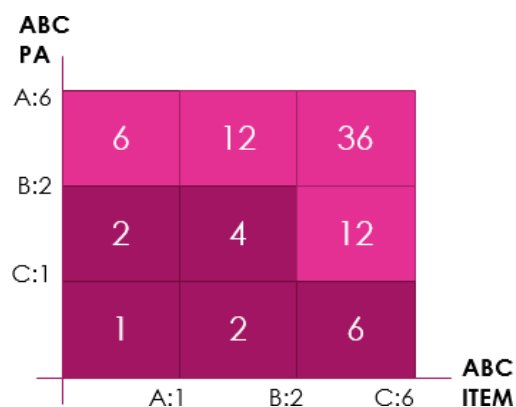
Cobertura Desejada

$$= \text{Peso ABC estoque} * \text{Peso ABC PA} * (1 \text{ / } 4 \text{ ou } 1 \text{ / } 3 \text{ Leadtime}) * \% \text{Atraso Médio}$$

A partir do cálculo acima foi determinada uma cobertura almejada para cada item. Entretanto, para maior padronização, foram feitas médias por peso/família para homogeneidade da importância. As famílias foram separadas tanto pela consideração da curva ABC no valor do item do estoque quanto pela importância do produto no faturamento. Por um lado, tendo como peso de família do produto A o peso 6, B o peso 2 e C o peso 1, significando que quanto maior faturamento o produto oferece, maior importância deverá ter seus materiais dentro do estoque. Por outro, tendo como peso de valor do item no estoque A o peso 1, B o

peso 2 e C o peso 6, pois quanto mais caro e maior representatividade de emplacamento de capital tiver o produto, menor é desejada sua alta cobertura. _ assim o quadrante:

Gráfico 2: Quadrantes Peso. Fonte: Autor.



A partir destes quadrantes, ou famílias, foram feitas as médias das coberturas desejadas calculadas para cada item para obter, então, o novo valor de cobertura desejada a ser futuramente designado a cada item dependendo de qual família se enquadrava.

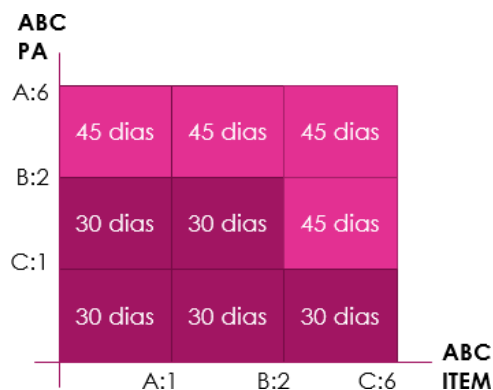


Gráfico 3: Quadrantes da Cobertura da Matéria Prima. Fonte: Autor

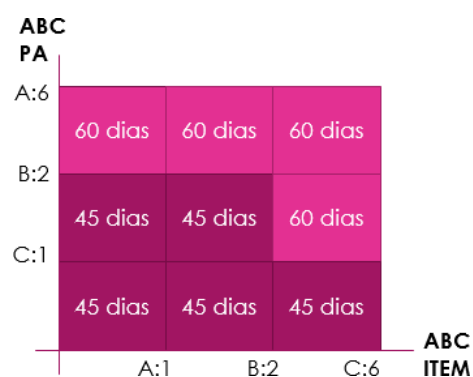


Gráfico 4: Quadrantes da Cobertura da Embalagem. Fonte: Autor

A partir destes novos parâmetros, e junto à fórmula de cálculo médio de estoque, foi possível estimar o valor de estoque a ser alcançado a partir desta mudança usando a fórmula de estoque médio do MRP. Assim, com esses novos números, percebe-se o potencial de melhoria de 27% entre o estoque atual e o quantificado para o futuro, e uma redução do comprometimento de capital da empresa em relação ao faturamento global de 50% para 28%. No gráfico a seguir é possível notar de forma tanto visual quanto quantitativa o impacto desta mudança.

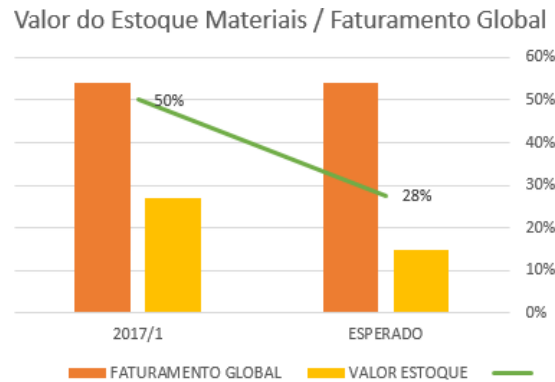


Gráfico 5: Faturamento Global x Valor do Material no Estoque. Fonte: Autor

Lembrando que a redução do valor do estoque não é o único objetivo do estudo, uma vez que o que se quer é a correta quantificação do que está armazenado de maneira a assegurar o atendimento máximo à produção e justificar de forma aceitável o capital empatado neste quesito aos diretores.

CONCLUSÃO

A partir do estudo apresentado foi possível identificar a falha na política de cobertura parametrizada no MRP e, então, quantificar de maneira prudente a cobertura ideal para os materiais da indústria. Com esta nova adequada política e a sua parametrização no sistema lógico utilizado na indústria, espera-se diminuir o valor do estoque em 44% (de 50% de comprometimento no faturamento global para 28%) e cumprir a produção do mix de produtos programado para o mês. Ou seja, aumento no nível de serviço, obtendo-se significativa melhora no gerenciamento do estoque de materiais da indústria. Assim é observado a importância de reavaliar certas políticas cujos resultados não estão sendo alcançados, e indagar a sua coerência para melhoramento futuro.

Seguindo o pensamento de gestão do estoque, durante o estudo, uma limitação para aumentar ainda mais a redução do valor armazenado foram os mínimos e múltiplos de compra de certos materiais. Estes parâmetros obrigam a compra desnecessária de maior quantidade de embalagem ou matéria prima a fim do cumprimento de contrato com os fornecedores. Porém se pudessem ser diminuídos, seria possível reduzir o valor do estoque médio da indústria em até 26%. Faz-se evidente que a gestão do estoque possui inúmeras vertentes de melhoramento, e para identificá-los basta analisar os resultados não desejados e explorar suas causas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AROZO, Rodrigo. Monitoramento de desempenho na gestão de estoque. **São Paulo**, 2002. BANZATO, Eduardo. Et al. Atualidades na Armazenagem. 1. ed. São Paulo: 2003.

BARBOSA, Thiago. Construção Civil. **O que é uma curva ABC**. Disponível em: <<http://profqualificado.blogspot.com.br/2015/10/o-que-e-uma-curva-abc.html>>. Acesso em: Nov, 2017.

CRUZ, Gabriel. Especialistas em Logística e Supply Chain. **Juros e Recessão: inimigos do custo de estoques**, dez. 2015. Disponível em: <<http://www.ilos.com.br/web/juros-e-recessao-inimigos-do-custo-de-estoques/>>. Acesso em: Nov. 2017.

DIAS, Marco Aurélio. Administração de Materiais: princípios, conceitos e gestão. **São Paulo: Atlas**, 2012.

FRANÇA, Antônio Carlos. Organização Industrial. São Paulo: USP, 2009. Disponível em: www.ebah.com.br/organizacao-industrial-gestao-de-estoque Acesso em: 11 abr. 2010.

GARCIA, Eduardo et al. **Gestão de estoques: otimizando a logística e a cadeia de suprimentos**. Editora E-papers, 2006.

GARCIA, Eduardo; LACERDA, L.; AROZO, Rodrigo. Gerenciando incertezas no planejamento logístico: o papel do estoque de segurança. **Revista Tecnológica**, v. 63, p. 36-42, 2001.

MARTINS, Petrônio G.; ALT, Paulo Renato Campos. Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais. 3ª ed., São Paulo: Saraiva, 2009.

MOREIRA, Daniel Augusto. Administração da produção e operações. 5. ed. São Paulo: Pioneira, 2006. xii, 619 p

PASCOAL, Janaína Araújo. Gestão estratégica de recursos materiais: controle de estoque e armazenagem. João Pessoa, 2008.

PEREIRA, Andréia; SAGAVA, Cláudia; OLIVEIRA, João Paulo. A contribuição do gerenciamento de estoque para otimização do processo de produção.

PEREIRA, Moacir. O uso da curva ABC nas empresas. **São Paulo**, 1999.

POZO, Hamilton. Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais: uma abordagem logística. 2ª ed., São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da produção. 2.ed. São Paulo, SP: Atlas, 2007. 747 p.

SKINNER, W., (1969), "Manufacturing - The Missing Link in Corporate Strategy", Harvard Business Review, Maio-Junho, pp. 12-17.

INFLUÊNCIA DA GEOMETRIA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DO PILAR NAS PROPRIEDADES DE DESEMPENHO DE UMA VIGA EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

Luiz Carlos Trento Junior¹; Wagner Badke Ferreira²

Acadêmico de Engenharia Civil na Faculdade Brasileira – Multivix Vitória.
Mestre em Engenharia Civil, docente.

RESUMO

Pesquisas indicam o quanto o índice de retangularidade de pilares influenciam nas condições de resistência e desempenho de lajes e blocos de coroamento de estacas. Busca-se com este estudo analisar o desempenho de vigas de concreto armado em pilares com diferentes seções transversais para estabelecer uma relação entre estes fatores e otimizar o dimensionamento de vigas quando não for possível alterar as suas dimensões. O procedimento consistiu em modelar pórticos em um sistema de análise estrutural, variando em cada pórtico um determinado valor na direção x e na direção y dos pilares. Obteve-se com o estudo as diferenças nos valores das flechas, dos momentos e dos coeficientes de engastamentos entre as vigas e os pilares. Os resultados indicam um melhor desempenho quando se altera a dimensão perpendicular ao comprimento da viga e que há um ponto em que o ganho de desempenho tende a não ser mais vantajoso.

Palavras-chave: Ligação viga-pilar, geometria do pilar, concreto armado, viga, seção transversal.

INTRODUÇÃO

O processo utilizado para avaliar o comportamento das estruturas como conhecemos atualmente derivou de conhecimentos de várias áreas ao longo da história da humanidade. Os materiais empregados na construção e suas tecnologias, o conhecimento acerca do comportamento estrutural pelo projetista e a habilidade dos trabalhadores para executar o projeto foram e são até hoje os objetos principais deste processo.

No que diz respeito aos materiais e as suas tecnologias, o concreto armado pode ser dito como um material de uso recente se for comparado com o tempo em que o homem

realiza suas construções. Há evidências que as primeiras construções do homem onde o tijolo foi utilizado como material construtivo tenha sido na Mesopotâmia, porém foi próximo ao rio Nilo que foram encontrados tijolos de barro modelados manualmente por volta de 14.000 a.C. A utilização da pedra surgiu mais tarde no antigo Egito, onde foram construídos históricos templos e pirâmides. No caso das pirâmides, a pedra ainda trabalhava apenas em compressão, porém nos templos já se desenvolvia o sistema de coluna e vergas (viga de rocha maciça).

Apenas após a produção do ferro fundido em quantidades comerciais que se concretizou uma mudança na forma em que as obras eram construídas, já que possibilitou o desenho de elementos delgados e fortes. A utilização do concreto armado tem início por volta de 1849 na França, quando Lambot construiu um barco em cimento armado. (Bastos, 2006).

Os cálculos até então eram baseados no princípio da mecânica, isto é, não havia conhecimento absoluto acerca das forças internas em cada seção das estruturas e o projeto permanecia no método semiempírico. Apenas em 1920 o engenheiro estrutural estadunidense Hardy Cross introduziu o método da distribuição dos momentos, fornecendo uma ainda simples técnica para análise de estruturas indeterminadas (Leet, 2009). A evolução da ciência dos materiais e a computação impulsionaram o método de Hardy e desde então a evolução vem proporcionando cada vez mais facilidades nos métodos de análise estrutural e possibilita que estruturas de grande porte sejam analisadas com uma agilidade e eficiência cada vez maior.

Porém, ainda que a computação nos ajude a resolver a maior parte dos problemas estruturais, o desenvolvimento do modelo de análise estrutural é o alicerce para que seja possível construir estruturas cada vez mais seguras. No início da década de 60 as primeiras normas de cálculo em estados limites foram aprovadas nos Estados Unidos, onde iniciava o processo de adoção de cálculos através dos métodos probabilísticos.

Hoje em dia, a análise estrutural através dos estados limites é amplamente utilizada e a adoção de teorias (como a teoria da plasticidade, dos elementos finitos, da análise dinâmica e da elasticidade) nos trazem uma enorme segurança para projetar as estruturas, porém ainda não se pode prever perfeitamente o comportamento estrutural. Há alguns pontos nas teorias que ainda não representam o verdadeiro

comportamento das estruturas reais, onde podem ocorrer comportamentos estruturais que não foram previamente considerados.

O estudo acerca dos comportamentos estruturais é uma ferramenta que atualmente nos leva a otimizar os cálculos e garantir maior segurança no dimensionamento das estruturas. São estes estudos que alteram as normas de construção, possibilitando que se considere cada vez mais critérios que favoreçam a segurança e melhorem o desempenho das estruturas.

Algumas pesquisas investigam a interação entre dois elementos estruturais e os efeitos causados pela variação da seção transversal de um deles. Os estudos realizados por Delalibera e Giongo (2009), Paiva et al (2015), Puel e Loriggio (2016), Ferreira e Oliveira (2007) e HAACH, V. G. (2005), todos relacionados ao efeito da geometria da seção transversal dos pilares sobre outros elementos, são unânimes em afirmar que esta geometria afeta determinadas propriedades de resistência dos outros elementos.

Neste sentido, este estudo irá analisar as propriedades de desempenho de pórticos com vigas conectadas a pilares de diferentes dimensões para encontrar a relação entre estes dois fatores, estabelecendo esta relação através de modelagem de 9 pórticos no software de cálculo estrutural SAP2000.

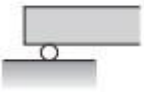
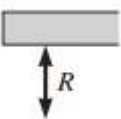
DESEMPENHO DA VIGA EM DIFERENTES PILARES

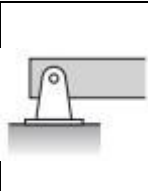
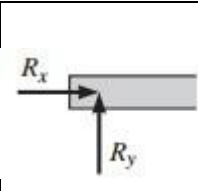
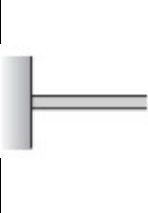
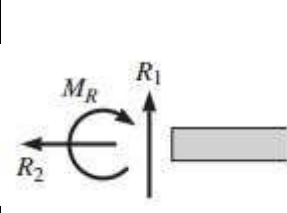
Condições de apoio

Tratando-se de engastamento das estruturas, a consideração da mecânica dos sólidos a respeito do tipo de ligação entre elementos estruturais não pode ser esquecida.

A tabela 1 apresenta as características de apoios onde é possível perceber a relação entre o tipo de apoio e as restrições criadas por ele.

Tabela 1: Tipos de apoio e suas reações. Adaptado de Leet (2009).

Tipo de apoio	Símbolo	Incógnitas criadas
1º gênero		

2º gênero		
3º gênero		

Outros apoios como a rótula, o elo e a guia não serão comentados neste estudo visto não serem caracterizados em ligações de pórticos de edificações.

Em pórticos planos, notoriamente percebe-se que o apoio entre uma viga e um pilar é do terceiro gênero. Porém, apesar da ligação proporcionada pelo concreto armado ser monolítica, na prática deve-se admitir que haverá uma pequena liberdade natural de giro entre a viga e o pilar por conta da relação de dimensão entre a viga e o pilar e das cargas solicitantes de projeto. Em pilares mais esbeltos, o momento de reação apresentado no engaste pode ser muito baixo, fazendo com que a viga tenha uma flecha considerável.

O valor da flecha dos pórticos deste estudo é comparado com valores de engastamento ideal e de apoio ideal de forma a permitir dizer qual o percentual de engastamento que a viga terá nos pilares e, com isto, será possível uma análise de quando a estrutura está mais próxima de um engaste ou está mais próxima de um apoio ideal.

Modelos de análise

Esta pesquisa baseia-se em verificar o comportamento da linha elástica da viga e do coeficiente de engastamento dela com os pilares de apoio dos pórticos. Sendo a linha elástica o fator que exerce influência direta na determinação da flecha da viga e na abertura de fissuras do elemento. O índice de engastamento está mais relacionado com os momentos solicitantes e resistentes e com as dimensões dos pilares.

Outros estudos buscam esta relação entre as dimensões dos elementos de uma estrutura, como o de Delalibera e Giongo (2009) que pesquisaram a respeito da geometria da seção transversal do pilar e da excentricidade da carga transmitida por ele para um bloco de coroamento de duas estacas, onde ficou claro que o aumento

da capacidade resistente dos blocos está relacionado com o aumento da seção transversal da biela junto ao pilar e o aumento da altura do próprio bloco.

Em muitos casos, é impossível alterar as dimensões da viga de forma que este elemento estrutural possa vencer os esforços solicitantes. Estas imposições normalmente são imposições arquitetônicas e tendem a limitar a altura da viga. Basta que se altere as dimensões dos pilares e então pode ser possível reduzir a altura destes elementos, considerando que o momento solicitante dos apoios irá reduzir o momento solicitante no meio do vão do pórtico, o que, inevitavelmente, possibilitará que a altura da viga seja mantida ou reduzida de acordo com o que é necessário para o projeto.

Para analisar a deformação da viga, 9 pórticos foram modelados no programa SAP2000, considerando um concreto C25 ($E_{cs} = 24\text{GPa}$), vigas com 6 metros de vão livre e pilares com 3 metros de altura. Os pórticos foram separados em 9 modelos de análise, mantendo-se as dimensões da viga em 20 cm x 50 cm ($q = 2,5 \text{ kN/m}$) e alterando as dimensões dos pilares conforme tabela abaixo:

Tabela 2: Casos de análise.

Modelo		I	II		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
dimensões pilar	dox (cm)	20	20		20	20	20	30	40	50	60
	y (cm)	20	30		40	50	60	20	20	20	20

O modelo I foi tomado como ponto de partida para os dois casos de análise: o comportamento da viga variando-se as dimensões do eixo y do pilar (caso I) e variando-se as dimensões do eixo x do pilar (caso II). A imagem 1 indica a direção de cada eixo através da vista superior de um pórtico.



Imagem 1: Orientação dos eixos dos pilares.

Por se tratar apenas da elasticidade teórica da viga, não foi necessário dimensionar as estruturas para suportar os esforços solicitantes, logo, não há motivo para calcular o valor das áreas de aço, bem como o detalhamento da seção transversal neste estudo.

Quanto ao índice de engastamento da viga, os resultados dos pórticos acima serão comparados com o de vigas que, em teoria, estariam perfeitamente engastadas e perfeitamente apoiadas. Para demonstrar este engastamento e este apoio perfeito, dois modelos foram executados no programa Ftool com as características demonstradas nas imagens 2 e 3.

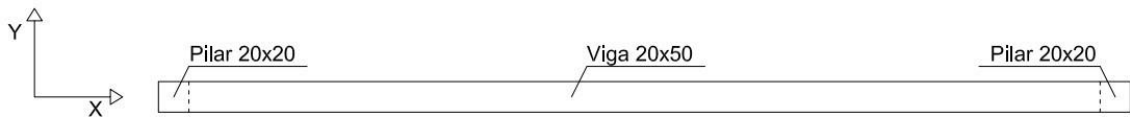


Imagem 2: Modelo de viga biapoiada.



Imagem 3: Modelo de viga biengastada.

Através do software, foi possível obter os dados das tabelas 3 e 4 conforme abaixo:

Tabela 3: Características da viga biapoiada. Tabela 4: Características da viga ideal biengastada.

Viga biapoiada		
Viga (cm)	20	50
Vão (m)	6	
Flecha máxima (cm)	0,08437	
Momento máximo (Knm)	11,3	

Viga biengastada		
Viga (cm)	20	50
Vão (m)	6	
Flecha máxima (cm)	0,01687	
Momento máximo (Knm)	3,8	

Análise dos resultados

Os pórticos foram executados no programa SAP2000 e foram coletados os dados de flecha máxima, momento no centro do vão e momento nos apoios conforme tabelas 5 e 6 abaixo.

Tabela 5: Características dos pórticos, caso de análise I.

Alterando a dimensão Y do pilar			
Modelo	Flecha máxima (cm)	Momento no centro (Knm)	Momento nos apoios (Knm)
I	0,0703	9,7345	-1,5155
II	0,0653	9,8163	-2,0637
III	0,0612	8,7307	-2,5193
IV	0,0578	8,346	-2,904
V	0,0548	8,0168	-3,2332

Tabela 6: Características dos pórticos, caso de análise II.

Alterando a dimensão X do pilar			
Modelo	Flecha máxima (cm)	Momento no centro (Knm)	Momento nos apoios (Knm)
I	0,0703	9,7345	-1,5155
VI	0,053	7,8212	-3,4288
VII	0,0393	6,2892	-4,9608
VIII	0,0307	5,343	-5,907

IX	0,0258	4,7939	-6,4561
----	--------	--------	---------

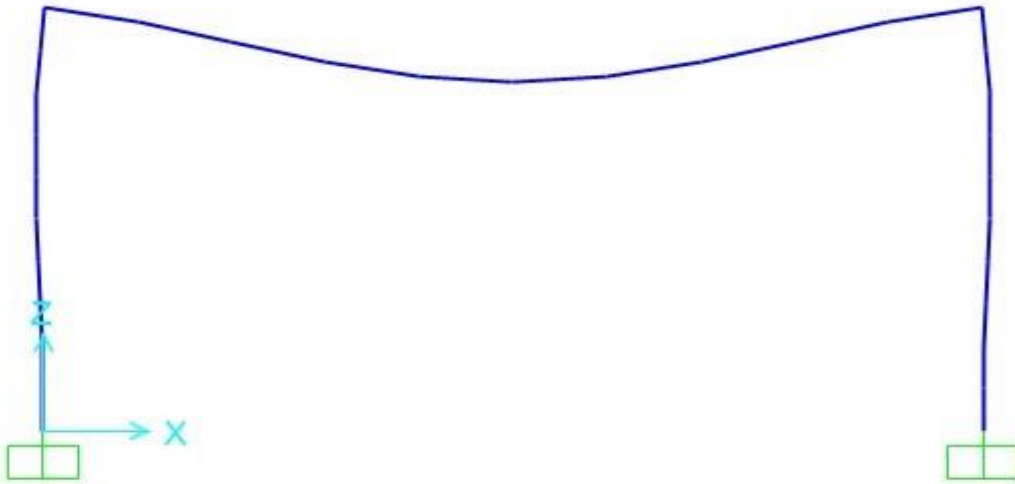


Imagem 3: Pórtico modelado no SAP2000, deformações exageradas.

Através da imagem 3 já é perceptível que a viga perde parte de seu desempenho devido à flambagem dos pilares. Um engastamento perfeito, aquele pelo qual a viga teria as condições da tabela 4, se daria apenas se o pilar não deformasse. Como esta condição é atualmente impossível, parte da deformação da viga vem da deformação do pórtico e parte vem da deformação do elemento em si.

Cada modelo foi comparado ao engastamento perfeito e, então, foi verificado o percentual de engastamento de cada um. A tabela 7 e o gráfico 1 mostram os comparativos.

Tabela 7: Coeficientes de engastamento de cada modelo.

Coeficiente de engastamento									
Modelo	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Flecha	0,070	0,065	0,061	0,057	0,054	0,053	0,039	0,030	0,025
	3	3	2	8	8	0	3	7	8
Coeficiente de engastamento	0,17	0,23	0,27	0,31	0,35	0,37	0,53	0,64	0,69

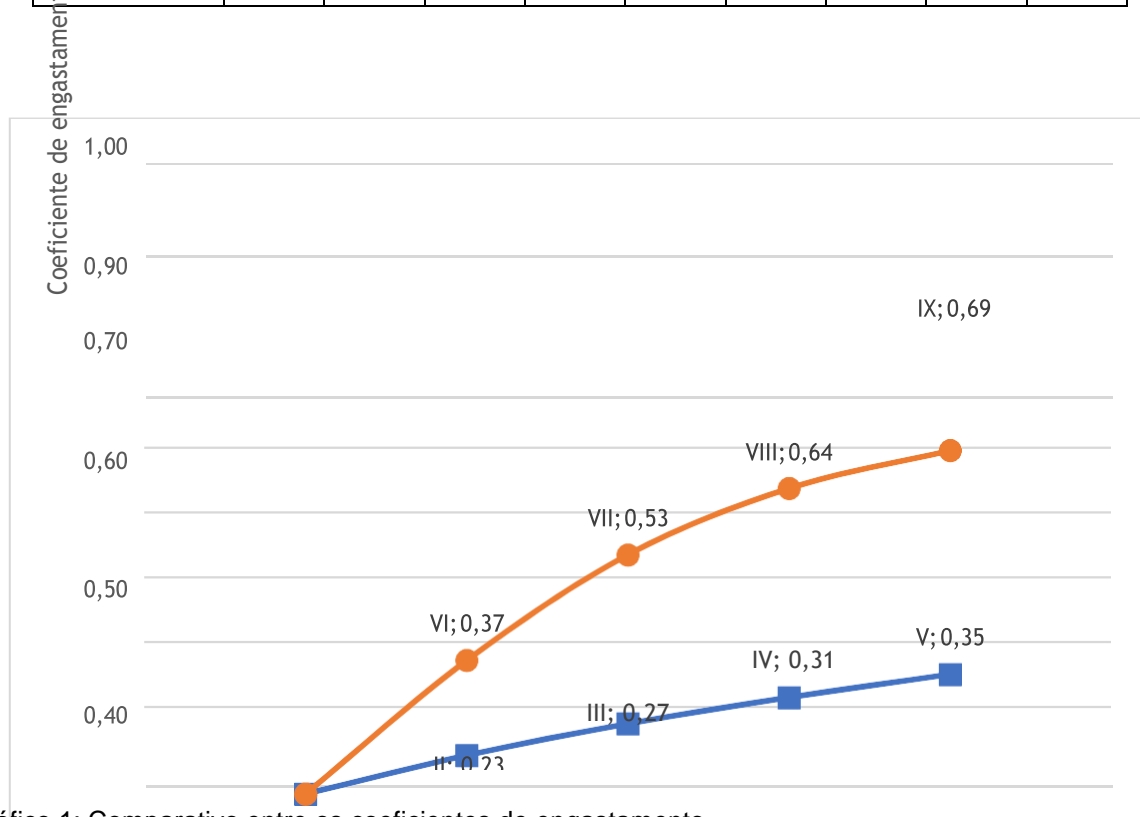


Gráfico 1: Comparativo entre os coeficientes de engastamento.

Nota-se a superioridade em relação ao desempenho da viga quando altera-se a dimensão x do pilar. Percebe-se também que o desempenho ganho pela alteração das dimensões se assemelha a uma curva de uma função potência, ou seja, tende a um momento ficar linear e não haver mais ganho significativo de desempenho para a viga. A alteração na resistência do concreto poderia elevar os valores da curva acima, como proposto pelo estudo de Alva, et al (2009), onde afirma-se que dentre as variáveis mais importantes que influenciam a resistência dos nós de pórtico, a resistência à compressão do concreto e a armadura transversal dos nós são as mais importantes.

Porém, o aumento na resistência do concreto não alteraria a condição de que a otimização do desempenho de um pórtico, através do aumento da seção transversal do concreto, tem um limite.

Relação parecida com o coeficiente de engastamento pode ser obtida comparando as flechas de cada modelo. Conforme tabelas 5 e 6, é possível traçar curvas para comparar o ganho de desempenho através da redução do valor da flecha, conforme gráfico 2.

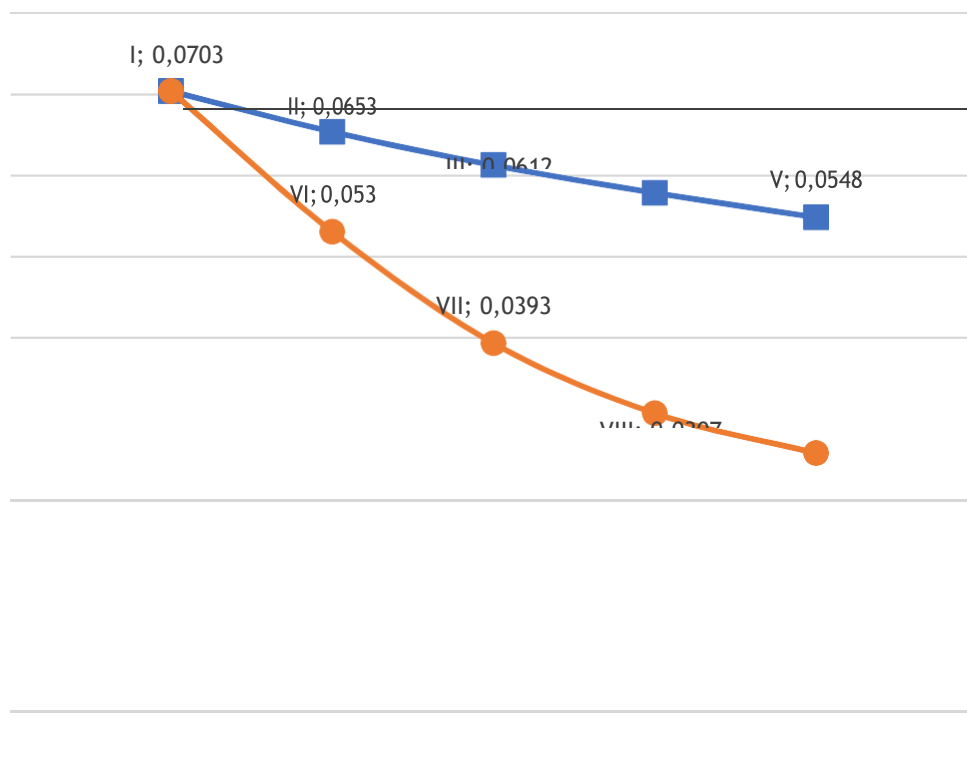


Gráfico 2: Comparativo entre os valores de flecha.

Conforme já previsto anteriormente, o decréscimo no valor da flecha é muito maior quando se altera a dimensão x do pilar.

Outro ponto que merece atenção especial é que o momento fletor solicitante nos apoios se torna maior que o momento fletor solicitante no centro da viga entre os modelos VII e VIII, fato que não ocorre quando se altera a dimensão y do pilar, já que do modelo I ao V o momento solicitante no centro da viga é maior do que o momento solicitante nos apoios, conforme tabelas 5 e 6.

CONCLUSÕES

As análises dos pórticos mostraram um ganho de desempenho das vigas quando se altera as dimensões dos pilares em ambos os eixos. Mais particularmente, quando é possível alterar a dimensão x do pilar, a diminuição da flecha no vão central e o aumento do momento solicitante dos pilares é quase quatro vezes maior do que quando se altera as dimensões y do pilar.

O procedimento proposto nesta pesquisa demonstrou que é possível obter um ganho de desempenho da viga em situações em que é necessário que a viga seja muito baixa ou que, por implicações arquitetônicas, não seja possível aumentar a altura deste elemento de tal forma que ele resista às ações impostas pelos carregamentos.

Observou-se que o valor final da flecha quando se altera as dimensões no eixo x dos pilares é diminuído em 0,0445cm, 187,10% maior quando comparado à flecha combatida quando se altera o eixo y dos pilares, que é de 0,0155cm. Em termos práticos, é possível assumir que a variação da flecha nos casos de alteração do eixo x (ΔV_x) é 2,87 maior do que nos casos de alteração do eixo y (ΔV_y), ou seja, $\Delta V_x = 2,87 \times \Delta V_y$.

Este ganho de desempenho reflete diretamente nos valores da curva elástica da viga, a qual diminuiria mais ainda caso se tratasse de uma viga contínua.

Quanto à variação de momento, seu percentual está intimamente ligado com a variação do valor da flecha, já que o acréscimo de uma unidade de momento solicitante nos pilares, em proporções, acrescenta um determinado valor no combate à flecha. Este dado é observado através do coeficiente de engastamento de cada modelo de análise. Percebe-se que as curvas de coeficiente de engastamento e de variação nos valores de flecha tendem a seguir uma reta horizontal depois de muito se aumentar o valor da

dimensão dos pilares, ou seja, o ganho de desempenho de uma estrutura não é linear e o aumento da dimensão de pilares visando diminuir os esforços solicitantes das vigas podem tornar-se economicamente inviáveis a partir de um ponto que o consumo de concreto seja muito alto e o aumento do momento solicitante nos pilares seja muito baixo.

Outro ponto a ser destacado é a impossibilidade de se alcançar o engastamento perfeito por conta da deformação dos pilares que auxiliam a viga a obter uma deformação. Considerando que a deformação dos pilares tende a reduzir quando se diminui a esbeltez destes elementos, fica implicitamente demonstrado que o aumento da seção transversal dos pilares não somente diminui a deformação da viga diretamente através do aumento de momento solicitante nos apoios, mas também diminui a deformação indiretamente por causar uma deformação menor nos próprios pilares.

É possível em estudos futuros verificar se estes valores de aumento de desempenho da viga se mantêm quando se tratar de vigas contínuas com dois ou mais vãos, que é o caso mais comum para edificações, ou modelar as curvas dos gráficos I ou II e analisar as funções para verificar em qual ponto o ganho de desempenho torna-se irrisório frente ao aumento de seção dos pilares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVA, G. M. S.; FERREIRA, M. A.; EL DEBS, A. L. H. C. **Engastamento Parcial de Ligações Viga-Pilar em Estruturas de Concreto Armado**. Revista IBRACON de estruturas e materiais, v. 2, n. 4, p. 356-379, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003.
- BASTOS, P. S. dos S. **Histórico e Principais Elementos Estruturais de Concreto Armado**. Bauru: UNESP, 2006.
- DELALIBERA, R. G.; GIONGO, J. S. **Influência das dimensões da seção transversal do pilar e da excentricidade da força de compressão no comportamento estrutural de blocos sobre duas estacas**. Revista IBRACON de estruturas e materiais, v. 2, n. 4, p. 306- 325, 2009.
- FERREIRA, M. de P.; OLIVEIRA, D. R. C de. **Contribuição ao estudo de lajes lisas unidirecionais de concreto armado com pilares retangulares ao funcionamento**. Revista Escola de Minas, 60(4), p. 621-628, 2007.

HAACH, V. G. **Análise teórico-experimental da influência da força normal entre nós de pórtico externos de concreto armado.** São Carlos, 2005, 159p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

LEET, K. M.; UANG, C. M.; GILBERT, A. M. **Fundamentos da análise estrutural.** Minas Gerais: AMG Editora, 2009.

PAIVA, O. S.; FERREIRA, M. P.; OLIVEIRA, D. R.C.; LIMA NETO, A. F.; TEIXEIRA, M. R.

Influência do índice de retangularidade dos pilares e das condições de contorno na resistência à punção de ligações laje-pilar. Revista IBRACON de estruturas e materiais, v. 8, n. 3, p. 260-295, 2015.

PUEL, A.; LORIGGIO, D. D. **Análise numérica de lajes planas simétricas e assimétricas em concreto armado – análise integrada laje/pilar.** Revista IBRACON de estruturas e materiais, v. 9, n. 3, p. 306-356, 2016.

IMPLEMENTAÇÃO DE MODELOS DE PREVISÃO DE DEMANDA EM UMA DISTRIBUIDORA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Filipe Silva Amorim¹; Romulo Lachini¹; Tullio Rocio Pitanga²

1. Graduando em Engenharia de Produção da Faculdade Brasileira Multivix;
2. Engenheiro de Produção especialista em Docência no Ensino Superior.

RESUMO

Este artigo tem como objetivo de estudo analisar e implementar modelos de previsão de demanda para auxiliar na redução de estoque de uma empresa revendedora de material de construção, localizada na cidade de Vitória no estado do Espírito Santo. A intenção é demonstrar os impactos positivos esperados pela aplicação do estudo teórico, tais como melhoria da gestão de estoque, gerando uma redução em seu custo e melhor atendimento ao cliente, visando o ganho em competitividade. As ferramentas de previsão ganham importância e aplicabilidade em geral nos casos em que se trabalhe com um sistema de demanda empurrada. Apesar de ser muito comum e diversificado em grandes empresas, seu uso em micro e pequenas empresas ainda é muito limitado. Portanto o estudo visa enfatizar sua aplicação e resultado como modelo para auxílio na redução de estoques.

Palavras Chave: Previsão de Demanda; Estoque; Material de construção.

ABSTRACT

This article has the objective to study, analyze and implement demand forecasting models to assist in the reduction of inventory of a reseller construction material company, located in the city of Vitória in the state of Espírito Santo. The intention is to demonstrate the positive impacts expected by the application of the theoretical study, such as improved inventory management, generating a reduction in cost and better customer service, aiming at gaining competitiveness. Forecasting tools gain importance and applicability in any case in general if you work with a demand and stock system, and although it is very common and diversified in large companies, its use in micro and small businesses is still very limited. Therefore the study aims to emphasize its application and result as a model to aid in the reduction of inventories.

Key words: forecast study; stock; construction material

INTRODUÇÃO

Estoques são recursos alocados que possuem valor econômico, podendo estar de maneira positiva ou negativa, de maneira que está diretamente relacionado aos pedidos realizados, provenientes da previsão de demanda. Um estoque mal administrado é sinônimo de problema, consome capital de giro que poderia ser melhor utilizado em algum outro setor de uma organização. Por outro lado, um bom gerenciamento de estoque significa que os níveis de produto são coesos com a capacidade e a demanda esperada para gerar um grau de satisfação a todas as partes envolvidas no processo, sendo elas a parte corporativa, competitiva e operacional, além da satisfação do consumidor final. Segundo Monks (1997) os principais motivos para manutenção dos níveis de estoque estão em atender as demandas variáveis, proteção contra possíveis falhas produtivas (esgotamento de estoque) e proteção contra incertezas de prazos. Uma boa gestão é fundamental para o sucesso de qualquer empresa que trabalhe dessa forma. A análise de previsão de demanda é o carro chefe da boa gestão entre pedidos, demanda e estoque, interferindo de maneira positiva a partir do planejamento estratégico. Contudo, tem-se o foco em aprimorar a precisão de aquisições de compras da empresa em questão, gerando um fluxo mais condizente com as suas necessidades, além de mais economia proporcionada pela melhor gerência da relação demanda e estoque.

A eficiência de uma boa previsão de demanda impacta diretamente na competitividade de toda empresa internamente, além da consequente melhoria da relação com o cliente final. Segundo Kotler (1991) as previsões de demanda atendem a objetivos específicos da empresa, como por exemplo a medida de curto prazo, que pode auxiliar no pedido de matéria prima, além de ter como objetivo analisar os recursos financeiros necessários para realizar determinadas operações.

O estudo de caso é aplicado a loja Maciel, uma empresa distribuidora de materiais de construção, que atualmente não faz uso de nenhum método de previsão ou gerenciamento de estoque, gerando uma série de problemas em seus pedidos e consequentemente em seu estoque. O estudo consiste em analisar o processo atual de previsão de demanda e compra de materiais, identificar pontos falhos no processo

e propor melhorias. Com base nos resultados obtidos, pode-se identificar a eficiência prática do processo teórico

PREVISÃO DE DEMANDA

A análise e previsão de demanda exerce uma função fundamental no dia-dia de qualquer empresa que se preocupe em minimizar suas despesas, diminuir riscos e aumentar sua competitividade perante o mercado. A previsão de demanda é o pilar para o planejamento estratégico da produção num todo e para os variados setores da empresa, como vendas, finanças, marketing entre outros (FERNANDES; FILHO, 2010). Ela é o pilar para o planejamento produtivo e de pedidos. Por ser projeção de uma realidade futura, nem sempre os valores entre o esperado e o realizado serão rigorosamente os mesmos, devido a uma série de fatores de incerteza que podem surgir durante esse período. Segundo Carvalho (2011), esses fatores são a busca por informações como o desempenho passado da organização, o ambiente socioeconômico e político do país e do cenário internacional para chegar a uma previsão mais próxima o possível do real. Para isso existem uma série de métodos de previsão, que são ferramentas utilizadas para tornar o cálculo da demanda o mais aproximado da realidade. Segundo Veiga, Veiga e Duclós (2010) uma boa previsão de demanda pode proporcionar à empresa uma vantagem competitiva, visto que sua utilização auxilia na tomada de decisão. Sobre os métodos de previsão, são basicamente utilizados os métodos quantitativos e qualitativos e métodos que utilizam filosofias de ambos os métodos em conjunto. Os qualitativos, de acordo com Tubino (2000), incluem principalmente dados subjetivos; já os quantitativos usam a série temporal da empresa como base para uma análise futura. Com isso é fundamental a coleta e análise dos dados, para um planejamento de acordo com as informações adquiridas.

MÉTODO QUALITATIVO

O método qualitativo consiste basicamente na tentativa de quantificar algo que em tese seria intangível, como experiência a determinadas situações ou opiniões adquiridas com o conhecimento. Segundo Dias (1999), em seu estudo de quatro empresas estudadas, apenas uma delas utiliza de maneira consistente os modelos quantitativos, enquanto as outras, apesar de usarem também, a previsão final é baseada em dados qualitativos. Apesar do conhecimento das técnicas de previsão quantitativas, muitas empresas optam pelo conceito qualitativo de fato, talvez por possuírem confiança em

suas tomadas de decisão baseada em toda prática e conhecimento adquirido com o negócio.

Apesar de o método qualitativo ter como um ponto positivo e único levar em consideração a opinião do consumidor e de especialista para alcançar previsões subjetivas ou fora da realidade por questões externas, segundo Dias (1999) os modelos baseados em dados qualitativos podem ser considerados apenas como aproximação da realidade e que a utilização exclusiva desse modelo pode gerar problemas na previsão. Portanto os métodos qualitativos são mais recomendados como método auxiliar aos métodos quantitativos.

O MÉTODO DELPHI

O método Delphi consiste na análise de um grupo de especialistas sobre uma situação incerta ou duvidosa no futuro. O passo a passo ocorre da seguinte maneira: os peritos são convocados para análise e identificação de riscos, cada um individualmente chega a sua própria conclusão a respeito do caso, e depois discutem entre si suas próprias conclusões; tomado pela opinião dos demais, eles refazem suas conclusões e repetem o processo até que todos os especialistas cheguem ao mesmo veredito.

Segundo Linstone et al. (2002), Delphi é um método para estruturar o processo de comunicação grupal, de modo a permitir que um grupo de indivíduos, tratados como um todo, possa trabalhar com problemas complexos.

PESQUISA DE INTENÇÃO

O método consiste sobre a opinião, pedidos, necessidade e expectativa do consumidor, analisando a preferência de escolha e a probabilidade de eles consumirem ou adquirirem determinado produto ou serviço. Servindo de informação relevante para futuras previsões de demanda e servindo de grande auxílio para tomadas de decisão. Pode ocorrer pessoalmente, via rede social ou telefone. Os questionamentos devem estar acompanhados de uma escala de intenção. Segundo Morwitz (2001) deve-se dar preferências a escala de compras de intenção, de preferência de intenção de 5 (0-5). Por se tratar de uma pesquisa de âmbito qualitativo as perguntas devem ser feitas de maneira objetiva e clara, para que o respondente entenda tudo que lhe é perguntado, pois é possível adquirir uma resposta incorreta caso o entrevistado não entenda o que

está sendo perguntado a ele, garantindo que seja entendido tudo que se deseja saber. Assim pode-se ter uma boa base para escolhas futuras, com base na opinião do consumidor.

MÉTODOS QUANTITATIVOS

Os métodos quantitativos se baseiam em séries temporais com padrão de demanda passadas, que prevê a demanda do futuro, com tendências e sazonalidades definidas. Segundo Tubino (2000) existem dois tipos de técnicas quantitativas: as técnicas baseadas em séries temporais ou de projeção, e as técnicas baseadas em correlações ou de explicação. As técnicas de projeção são aquelas que admitem que o futuro será repetição do passado, ou as demandas evoluirão no tempo, segundo a mesma lei observada no passado. As técnicas baseadas em correlações procuram explicar as vendas do passado mediante leis que as relacionam com outras variáveis cuja evolução é conhecida ou previsível. Garcia (2011) afirma que há diversos métodos de previsão de demanda de maneira quantitativa, sendo nesses métodos empregadas técnicas simples, como no caso da média simples, e também métodos complexos, que exigem do usuário conhecimento estatístico e de matemática computacional, como o ARIMA (modelo auto regressivo de média móvel) e o método de redes neurais.

SÉRIE TEMPORAL E SAZONALIDADE

O método quantitativo tem como base de dados uma série temporal previamente analisada que possui uma simples e fácil leitura de dados. O modelo é construído a partir da análise da curva de demanda construída, onde pode revelar as tendências, as sazonalidades, e também variações irregulares. Segundo Tubino (2000), as tendências consistem em movimentos graduais que provavelmente ocorrerão no longo prazo. As sazonalidades são períodos onde determinados eventos, como clima, afetam a demanda. As variações irregulares, por sua vez, são causadas por fatores excepcionais.

As técnicas de projeção englobam as tendências e as sazonalidades, mas as irregularidades não. Estas são indeterminadas e ficam incluídas na margem de erro da previsão. Tubino (2000) expõe duas técnicas para a previsão da média histórica a média móvel e a exponencial móvel.

MÉDIA MOVEL SIMPLES

Média móvel simples é um método simples e operacional e de alta facilidade para o entendimento, porém há uma limitação em armazenar um alto volume de dados. É uma técnica simples de previsão onde são considerados os últimos dados históricos e, com estes, é realizada uma média aritmética ou ponderada para prever o valor do próximo dado. (TUBINO, 2009).

$$\square D_j$$

$$P_j \square \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

$$n$$

Onde: i = Número de ordem de cada período mais recente

n = Número de períodos utilizados para apurar a média móvel

D_i = Demanda ocorrida no período i

P_j = Previsão de demanda no período j

MÉDIA EXPONENCIAL MÓVEL

A demanda decresce em progressão geométrica ou de forma exponencial. É gerada uma nova previsão com base na previsão anterior e calculado o erro cometido, que é corrigido por um coeficiente de ponderação (TUBINO, 2009).

$$P_{t+1} = P_t + \alpha(D_t - P_t)$$

SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL SIMPLES

Segundo Ballou (2006) a suavização exponencial simples possui a capacidade de se adaptar às mudanças fundamentais nos dados de previsão. Nelas as observações passadas não recebem peso igual, ou seja, as observações mais recentes são bem mais cotadas do que as mais antigas.

$$T_t = T_{t-1} + \alpha_2((P_t - P_{t-1}) - T_{t-1})$$

$$P_{t+1} = M_t + T_t$$

$$M_t = P_t + \alpha_1(D_t - P_t)$$

Para as demandas que possuem sazonalidade, devem ocorrer de modo repetitivo dentro de determinados períodos. Segundo Slack (1997) as sazonalidades podem ser causadas por fatores climáticos, comportamentais, políticos, financeiros e sociais. A previsão, considerando a sazonalidade, pode ser feita a partir do próximo período sazonal que será igual ao anterior. Entretanto, segundo Tubino (2000), é aconselhável incluir no cálculo o índice de sazonalidade de diversos períodos

Os parâmetros são descritos a seguir:

P_{t-1}
= previsão para o próximo período;
 M_t

= média exponencial móvel da demanda no período atual;

T_t
= tendência do período atual;
 P_t

= previsão calculada para o período atual;

α_1 = coeficiente de suavização da média da demanda;

D_t
= demanda real do período atual;
 T_{t-1}

= tendência do período anterior;

α_2 = coeficiente de suavização da tendência;

P_{t-1} = previsão calculada para o período anterior.

ACOMPANHAMENTO DOS MÉTODOS

A partir de tantos modelos de previsão, fica a dúvida de qual é o mais indicado em determinadas situações, e a partir disso, surgem algumas técnicas para escolha do modelo mais indicado. Tracking Signal é o erro que determina se a previsão está ou não dentro dos limites estipulados, se está acima ou abaixo da média prevista (DAVIS;

$$TS = \frac{RSFE}{MAD}$$

AQUILANO;CHASE, 2001). É o número de desvios, nos quais o valor previsto está acima ou abaixo da ocorrência real.

TS = SINAL DE ACOMPANHAMENTO;

RSFE = SOMA ACUMULADA DE ERROS DE PREVISÃO; MAD = DESVIO MÉDIO ABSOLUTO

Cálculo do erro simples: Será a diferença entre a demanda real e a demanda prevista.

$$E_i = D_i - P_i$$

E_i = Erro simples cometido no período i D_i = Demanda observada no período i P_i = Previsão estimada para o período i

Cálculo do erro absoluto: É o módulo do erro simples (desconsiderando o sinal).

$$EA_i = |E_i|$$

EA_i = Erro absoluto cometido no período i E_i = Erro simples cometido no período i

Cálculo de desvio médio absoluto (MAD): É a média acumulada dos erros absolutos dos últimos períodos.

$$MAD = \sum[A(t) - F(t)] / N$$

Onde:

$A(t)$ = demanda real no período; $F(t)$ = previsão para o período t ;

N = números de períodos de previsão t

Erro de viés: Ocorre quando as variações da demanda realizada, quando comparadas com a previsão, apresentarem um comportamento estatisticamente não aleatório.

n

$$\sum E_i$$

$$TS_n = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n}$$

$$DMA_n$$

TS_n = Tendência de viés (*Tracking Signal*) do período n
 DMA_n = Desvio médio absoluto do período n

E_i = Erro simples de previsão do período i

METODOLOGIA

A metodologia proposta tem como objetivo implantar modelos de previsão de demanda para auxiliar na redução de níveis de estoque da revendedora de materiais de construção Maciel, e reduzir ao máximo as possíveis dificuldades decorrentes de uma previsão de demanda problemática. Tendo como foco de análise o saco de reboco pronto, é necessário achar um ponto de equilíbrio, pois o acúmulo de produto gera gasto desnecessário, e a falta dele gera impactos financeiros e de satisfação do cliente. A escolha do produto base foi feita a partir de sua relevância de saída e de seu espaço físico ocupado, gerando impacto significativo em seu custo de estoque. A partir disso, e de informações adicionais dadas pelo gestor sobre o impacto do saco de reboco pronto no fluxo de caixa, este produto, considerado classe A por sua importância, foi escolhido para análise.

Após a escolha do produto, foi feita uma análise de dados, da série temporal de vendas e de estoque dos produtos em questão, de 01/09/2016 até 31/08/2017. A veracidade dos dados faz-se necessária para a maior aproximação entre o que é previsto e o que foi realizado. A partir da coleta de dados foram aplicadas técnicas de previsão de demanda como a média exponencial móvel e suavização exponencial simples, de acordo com a necessidade e realidade da empresa, e levando em consideração os prós e contras de cada modelo, deve-se comparar os resultados obtidos a partir da metodologia, e sua eficiência em prever demanda.

PROCESSO ATUAL DE PREVISÃO DE DEMANDA

A aplicação da metodologia apresentada foi direcionada à distribuidora de materiais de construção Maciel, localizada em Jardim da Penha, Vitória ES. A empresa iniciou no final da década de 90 para atender a demanda local, e o crescimento proveniente da região. Consolidada no local a aproximadamente 20 anos, e com uma estrutura de negócio familiar, a empresa vem buscando a expansão do seu modelo de negócio, fisicamente, estruturalmente e a níveis organizacionais de gestão, e este artigo busca facilitar este processo.

Atualmente a empresa possui uma planilha em uma folha A4, onde em uma prancheta está especificado a quantidade de produtos em estoque da loja, que é atualizada a mão pelos empregados. A cada saída realizada o funcionário responsável pela venda efetua anotações de caneta que representam a quantidade vendida do respectivo produto. Ao fim de toda semana, às sextas-feiras é realizado uma conferência dos níveis de estoque pelo proprietário, que analisa minuciosamente a planilha de anotações. Observando como andam os níveis de estoque, produto a produto, influenciado pela planilha e contando com sua experiência como gestor, chega a uma tomada de decisão.

Analisando os métodos utilizados pela empresa para prever demanda, chega-se à conclusão que o processo é muito arcaico, e não possui de fato uma ferramenta formal para prever a quantidade que será vendida dos produtos. A previsão atual é feita pelo “feeling” do administrador, ou seja, faz uso da experiência adquirida com anos de negócio, para saber quando e o quanto realizar pedidos para loja.

IDENTIFICAÇÃO DAS FALHAS NO PROCESSO ATUAL E PROPOSTA DE MELHORIA

Levando em consideração que atualmente a previsão de demanda realizada pela empresa é feito pelo “feeling” do proprietário e pelo acompanhamento das planilhas que representam os níveis de estoque, pode-se dizer que não existe de fato um processo formal de previsão de demanda aplicada na empresa. Gerando inúmeros problemas e dificuldades em seus processos, se uma empresa não conta com um sistema eficiente e preciso para extrair os dados necessários para guiar suas ações, suas análises dificilmente irão gerar bons resultados. Devido às constantes variáveis de mercado além de situações que só conseguem ser previstas em uma minuciosa análise de dados, a gestão fica totalmente centralizada, podendo gerar futuros problemas de tomadas de decisão, em caso da ausência do gestor/proprietário, gerando falhas e impactos financeiros na empresa. Por isso esse estudo se faz necessário, para que com embasamento metodológico adquirido e os dados coletados da empresa, ocorra uma maior aproximação possível entre o que se pode prever e o que é realizado.

Para escolha dos produtos base a serem estudados, chegou-se à conclusão que o reboco pronto, que vem ganhando mercado devido a praticidade de não precisar fazer

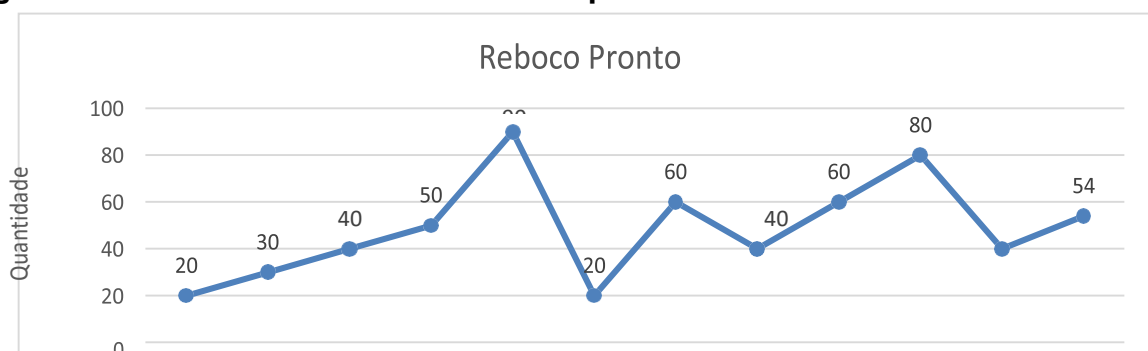
o reboco de maneira caseira, corresponde ao produto de mais venda da loja, segundo informado pelo proprietário André Sena Maciel. Sendo vital um correto nível de estoque para o produto, que ocorre em caso de uma boa previsão de demanda, além da importância já citada, o produto ocupa um amplo espaço físico da loja, aumentando sua prioridade perante aos demais, que possui uma demanda real descrita na tabela e figura a seguir.

Tabela 1 – Demanda Real do reboco em um período de 1 ano.

Reboco	
Mês	Quantidade
set/16	20
out/16	30
nov/16	40
dez/16	50
jan/17	90
fev/17	20
mar/17	60
abr/17	40
mai/17	60
jun/17	80
jul/17	40
ago/17	54

Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 1 – Gráfico de Vendas do Reboco pronto

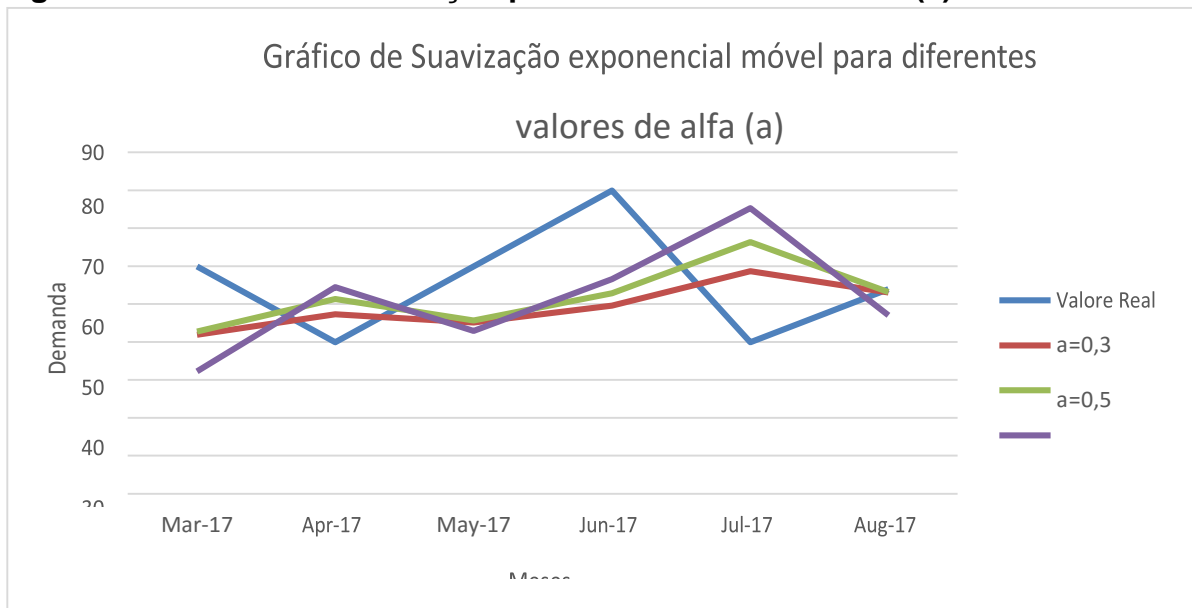


Aplicando os métodos de previsão, da suavização exponencial simples e da média exponencial móvel, foi obtido diferentes resultados. Para se chegar à conclusão de qual seria o mais adequado, foi usado o método do Tracking Signal, onde é encontrado o coeficiente de erro dos métodos, que são comparados. O menor coeficiente de erro prevalece sobre os demais, que é escolhido como método mais adequado. Para medir o erro dos métodos, na escolha do mais apropriado, usaram-se os dados dos 6

primeiros meses, levando a previsão do que era esperado para os 6 seguintes. Como a demanda já era conhecida, pode-se fazer uma análise minuciosa do resultado encontrado.

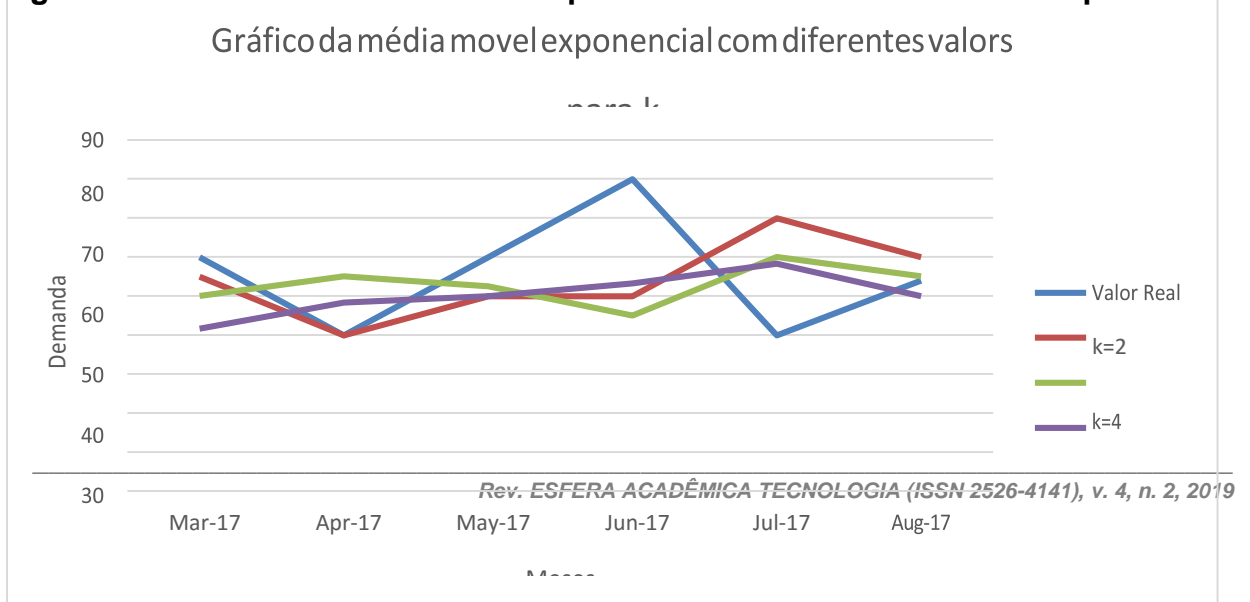
Na suavização exponencial simples foi adotado valores de alfa de 0,3; 0,5 e 0,8 e a comparação entre o realizado e o esperado entre março e agosto de 2017. Este método pode ser encontrado no gráfico a seguir.

Figura 2 – Gráfico de suavização para diferentes valores de (a)



Na média exponencial móvel, foram adotados valores de $k = 2$; $k = 4$ e $k = 6$, e o estudo como no gráfico acima foi aplicado também entre os meses de março e agosto de 2017, como é mostrada a figura a seguir.

Figura 3 – Gráfico da média móvel exponencial com diferentes valores para k



Com a aplicação dos métodos e suas respectivas verificações, foram encontrados valores de Tracking Signal relativamente baixos, mas a metodologia que se mostrou mais eficaz foi a média exponencial móvel com $k=2$ como pode ser observado na tabela 2 a seguir. Devido a variação que a venda do produto sofre com o decorrer dos meses, os meses mais próximos a ele se mostraram como seu melhor reflexo.

Tabela 2 – Tabela de erro

SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL MÓVEL					
ALFA = 0,3		ALFA = 0,5		ALFA = 0,8	
MAD	TS	MAD	TS	MAD	TS
15	2,53	16	1,375	21	1,19
MÉDIA EXPONENCIAL MOVEL					
K = 2		K = 4		K = 6	
MAD	TS	MAD	TS	MAD	TS
13,5	0,66	14,83	1,15	14,16	2,25

Escolhido o método de previsão mais adequado ao nosso produto, ele foi aplicado para gerar uma previsão futura para os meses de setembro a novembro de 2017. Como já se obteve uma demanda real de setembro e outubro de 2017 até o presente momento, foi possível comparar o que se era esperado, e o que foi comprovado, como é observado na tabela a seguir.

Tabela 3 – Tabela de previsão para meses futuros

mês	demanda	demanda realizada	erro
jul/17	40	40	0
ago/17	54	54	0
set/17	47	53	-6
out/17	51	48	3
nov/17	49	-	

Deve-se considerar que os meses de julho e agosto foram usados apenas como base para prever os seguintes, e que não se realizou uma previsão para esses meses pois

ela já era conhecida. Analisando a tabela acima, é possível concluir que o método de previsão escolhido pode ser considerado eficaz devido ao baixo erro encontrado, que é a diferença entre a demanda prevista e a demanda real. Este produto e seu estudo podem ser considerados um modelo para a loja, pois a partir de sua análise com base no reboco a empresa pode começar a enxergar de outra maneira sua política de previsão de demanda. A partir de seu impacto significativo, consequente da boa previsão, a Empresa pode ter ganho considerável em espaço físico e retorno financeiro ocasionado pelo bom fluxo do produto, além da diminuição dos custos de estoque.

CONCLUSÃO

Espera-se que com a aplicação dessas ferramentas de previsão de demanda a empresa do estudo de caso melhore o seu nível de estoque. Na atual situação que se encontra está inviável de se manter, com alto valor em estoque, constante perda de vendas devido à falta de determinados produtos, além da “perda” de outros que se encontram no estoque por um tempo tão grande, que já não existe demanda para tal. É esperado um grande ganho econômico, além de aprimorar o uso de seu espaço físico. A partir da elevação dos níveis de serviço e consequente retorno financeiro, a empresa se torna mais competitiva no mercado, gerando mais lucro, podendo realocar esse ganho financeiro em capital de giro e futuros investimentos, usando isso como atrativo a futuros clientes, ou seja, a partir da implementação de novas políticas de previsão de demanda, várias possibilidades são abertas e passam a ser consideradas gerencialmente.

Conclui-se com o presente trabalho que a empresa sofre com seu sistema de previsão de demanda. Alguns métodos foram estudados e analisados e com isso foi proposto uma solução para o problema da empresa. Desta forma foi possível identificar as etapas para implantação e utilização de previsão de demanda.

A pesquisa foi utilizada usando séries temporais e o método que se sobressaiu entre os demais foi a da média exponencial com $k=2$. Nesse método observou-se que, em comparação com os outros, foi o que obteve o menor erro. Com o menor erro, e mais próximo do valor real, a empresa melhora seu fluxo de pedidos e consequentemente melhora seu gerenciamento de estoque.

É possível com o presente artigo identificar e entender que em uma empresa que trabalha com gerenciamento de pedidos, é necessário um sistema eficaz para suporte

e auxílio nas tomadas de decisão de um gestor. E que apenas uma gestão pelo “feeling” ou por experiência não se faz 100% eficaz em determinados casos.

Para futuros trabalhos e aplicações em situações reais, faz-se necessário o uso da metodologia presente, com a devida atenção para entender que em caso de previsão sempre haverá erros, variações de mercado. A empresa deve estar sempre preparada para tais imprevistos. Para futuras indicações de sequência do trabalho sugere-se a aplicação desta metodologia aos demais produtos da distribuidora Maciel.

REFERÊNCIAS

AQUILANO, Nicholas J.; CHASE, Richard B.. **Fundamentos da administração da produção**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CARVALHO, Laura Gonçalves. **Metodologia para implementação de sistemas de previsão de demanda: um estudo de caso em um distribuidor de produtos químicos**. 2010. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - Puc-rio, Rio de Janeiro, 2010.

DAVIS, Mark M.; AQUILANO, Nicholas J.; CHASE, Richard B.. **Fundamentos da administração da produção**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

DIAS, G. P. P. **Proposta de processo de previsão de vendas para bens de consumo**. XIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro: ABEPRO, 1999.

FERNANDES, F.; ANZANELLO, M. J. **Integração dos Métodos Quantitativos e Qualitativos para Previsão de Demanda no Setor de Autopeças**. 2010.

GARCIA, R. A. **Análise dos Métodos de Previsão de Demanda: estudo de caso em unidades distintas de uma escola de idiomas**. São Mateus: UFES, 2011. 89 p.

– Programa de Graduação. Departamento de Engenharias e Computação, Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2011.

KOTLER, Philip. **Administração de Marketing**. Prentice Hall. 10ª edição. 1991.

LINSTONE, Harold A.; TUROFF, Murray. **The Delphi Method: techniques and applications**. New Jersey: Listone e Turof, 2002.

MORWITZ, Vicki G. - **Methods for forecasting from intentions data**. In ARMSTRONG, J. Scott, ed. - **Principles of forecasting: a handbook for researchers and practitioners**. Nova Iorque: Springer, 2001. ISBN 978-0-7923-7401-5.

PINTO, C. V. - **Organização e Gestão da Manutenção**. 2. ed. Lisboa: Edições Monitor, 2002.

SLACK, N.; et al. **Administração da Produção**. São Paulo:Atlas, 1997.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de planejamento e controle da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

TUBINO, D. F.; **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. Atlas, 2009.

VEIGA, C. R. P.; VEIGA, C. P.; DUCLÓS, L. C. **A Acurácia dos Modelos de Previsão de Demanda Como Fator Crítico para o Desempenho Financeiro na Indústria de Alimentos**. Profuturo: Programa de Estudos do Futuro, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 83-107, jul./dez. 2010.