

Rev. ESFERA ACADÊMICA TECNOLOGIA (ISSN 2526-4141), v. 3, n. 1, 2018

REVISTA CIENTÍFICA



ESFERA ACADÊMICA
TECNOLOGIA

ISSN 2526-4141

REVISTA ESFERA ACADÊMICA TECNOLOGIA

Volume 3, número 1

Vitória

2018

EXPEDIENTE

Publicação Semestral

ISSN 2526-4141

Temática: Tecnologia

Revisão Português

Adriana do Sacramento Silva dos Santos

Capa

Marketing Faculdade Brasileira Multivix- Vitória

Elaborada pela Bibliotecária Alexandra B. Oliveira CRB06/396

Revista Esfera Acadêmica Tecnologia Faculdade Brasileira. – Vitória,
ES: Multivix, 2018.

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

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 seis contribuições das áreas tecnológicas reunindo estudos das diferentes Engenharias. Desta 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

PROTOZOÁRIOS COMO BIOINDICADORES NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO ARARAQUARA NO DISTRITO DE GUARANÁ, ARACRUZ-ES.....	06
Isabela Spinassé Graziotti; Lara Maria Viola Silva; Caio Simão de Lima	
ACIDENTES RELACIONADOS ÀS CONDIÇÕES DA VIA NA BR-101: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DA SERRA/ES (KM 240 A KM 270)	16
Juliana Burzlaff, Luiz Daniel Miranda de Oliveira, Maira Rosa Ferreira da Silva	
ANÁLISE DAS PROPRIEDADES METALGRÁFICAS DO AÇO SAE 1045 NOS PROCESSOS TÉRMICOS DE NORMALIZAÇÃO, REVENIMENTO E TÊMPERA.....	29
Gabryella Neres De Mori, Lorena Bertranda Cesconeti	
APLICAÇÃO DO ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS EM UMA LAVANDERIA: DETERMINAÇÃO DO TEMPO PADRÃO E A CAPACIDADE PRODUTIVA.....	39
João Augusto Justino, Marcelli Caliani Dias, Valéria da Cruz Ribeiro	
MELHORIA NO PROCESSO DE PREVISÃO DE DEMANDA EM UMA REDE SUPERMERCADISTA.....	50
Heonio Alves de Souza Leão; Maíke Moreira Alves Soares; Tullio Rocio Pitanga	
IMPACTO DO FATOR SOCIOECONÔMICO NAS PERDAS DE ÁGUA: ESTUDO DE CASO NAS REGIÕES DE JARDIM CAMBURI E FEU ROSA/VILA NOVA DE COLARES.....	65
Adriéle dos Santos Siqueira, Lilian Favarato Carrareto, Wagner Badke Ferreira	
A IMPORTÂNCIA DO GERENCIAMENTO DE RISCOS NA IMPLANTAÇÃO DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL EM VILA VELHA: UM ESTUDO DE CASO	76
Luan Nunes Corbelari, Denise Simões Dupont Bernini	
COMPENSAÇÃO DE REATIVOS E OS SEUS EFEITOS SOBRE O SEP - SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA.....	87
Gabriel De Novais Gomes, João Henrique Da Silva Moreira, Luiz Antônio Dala Barba, Denise S. S. Bernini, Ronimar Volkers	

PROTOZOÁRIOS COMO BIOINDICADORES NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO ARARAQUARA NO DISTRITO DE GUARANÁ, ARACRUZ-ES

Isabela Spinassé Graziotti¹; Lara Maria Viola Silva¹; Caio Simão de Lima²

1. Graduanda em Engenharia Ambiental pela Faculdade Brasileira – Multivix Vitória

2. Mestre em Biologia, docente na Faculdade Brasileira – Multivix Vitória

RESUMO

Os ecossistemas aquáticos apresentam uma grande diversidade de fauna e flora, o que o torna propício para o desenvolvimento e crescimento de uma biota aquática complexa. Entre os grupos estudados no ambiente aquático estão os protozoários de vida livre, que são organismos presentes em abundância e essenciais na utilização como bioindicadores da qualidade da água, devido ao fato de serem sensíveis às alterações ambientais. O objetivo deste trabalho foi identificar e registrar os protozoários de vida livre no rio Araraquara, cujas águas são utilizadas como fonte de abastecimento público, para consumo humano do Distrito de Guaraná, Aracruz-ES. Foram monitorados 3 pontos de amostragem durante o período de março a outubro de 2017, e as amostras de água com sedimentos foram coletadas em pontos localizados antes da captação de água para abastecimento humano, na bomba de captação de água e após ao ponto de lançamento da Estação de Tratamento de Esgoto da cidade. Verificou-se a presença de organismos do reino Protista como, *Ciliophora* (Ciliados), *Chlorophyta* (Algas Verdes), *Heterokonta* (Algas) e *Mastigophora* (Flagelados), além dos organismos do reino Animal, sendo, *Porífera* (Esponjas) e *Rotífera* (Animais microscópicos aquáticos). De acordo com os resultados obtidos, a distribuição dos táxons no local de estudo foi caracterizada pelos índices pluviométricos, evidenciando a ocorrência de todos no período chuvoso.

Palavras Chaves: Protozoários. Qualidade da Água. Abastecimento Público. Bioindicadores.

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos têm sido fortemente alterados em função de múltiplos impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas. Muitos rios, córregos, lagos e até mesmo reservatórios foram impactados devido ao aumento desordenado de atividades humanas. Esta situação é particularmente notada nas áreas com elevadas densidades populacionais, especialmente em áreas urbanizadas, onde os cursos d'água são modificados, recebendo esgotos industriais e domésticos *in natura*, além de sedimentos e lixos. Consequentemente, os ecossistemas aquáticos urbanos vêm perdendo suas características naturais e sua diversidade biológica (MORENO e CALLISTO, 2005).

Os corpos aquáticos são suscetíveis às alterações de fatores naturais ou antropogênicos, por isso faz-se necessário o monitoramento da qualidade da água, visando identificar e avaliar qualitativamente e quantitativamente as condições dos recursos hídricos (LOBATO JÚNIOR e ARAÚJO, 2015). Através do monitoramento biológico, que se baseia em mudanças na estrutura e composição de comunidades de organismos aquáticos, grupos específicos têm sido selecionados (protozoários, ciliados, algas, macroinvertebrados bentônicos e peixes) e utilizados em diferentes métodos de avaliação (MORENO e CALLISTO, 2005).

As comunidades de protozoários de vida livre, representados por organismos unicelulares, eucariontes e heterotróficos, podem ser usadas como bioindicadores robustos em ecossistemas de água doce, como os rios (LOBATO JÚNIOR e ARAÚJO, 2015). Isto se deve ao fato de serem sensíveis às alterações ambientais, já que são formados por uma única célula composta por frágeis membranas (MEDEIROS, 2012).

Tais organismos surgem como ferramentas eficazes no auxílio da determinação da qualidade de água, sendo que, interferem na dinâmica dessa comunidade, desde as mudanças nos ciclos hidrológicos, incrementos de nutrientes nos corpos aquáticos, variações físicas e químicas, até florações do fitoplâncton, o que pode refletir em toda a rede trófica (MEDEIROS, 2012).

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo identificar protozoários de vida livre em três trechos do rio Araraquara, do Distrito de Guaraná, município de Aracruz-ES, e registrar os organismos de maior ocorrência nos pontos estudados, para que assim, possa verificar espécies presentes nesse ambiente e o que podem contribuir na avaliação da qualidade da água.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da Área de Estudo

O Distrito de Guaraná (Figura 1) está localizado na porção litorânea do município de Aracruz-ES, com área aproximada de 205 km² e apresenta uma população em torno de 4.990 habitantes (PMA, 2016).

A maior parte dos habitantes residentes no Distrito de Guaraná faz uso da água captada em manancial superficial, cujo nome é rio Araraquara, onde está inserido na bacia hidrográfica do rio Riacho, de domínio estadual com 88,32 km² de extensão, e tem sua nascente localizada em Cavalinhos, Distrito de João Neiva. Aproximadamente 96% da população urbana são beneficiadas com o abastecimento da água, além disso, vale destacar que ele sofre impactos por atividades antrópicas, como a deposição inadequada de resíduos domésticos em suas margens e ligação clandestina de esgoto (SAAE, 2009).

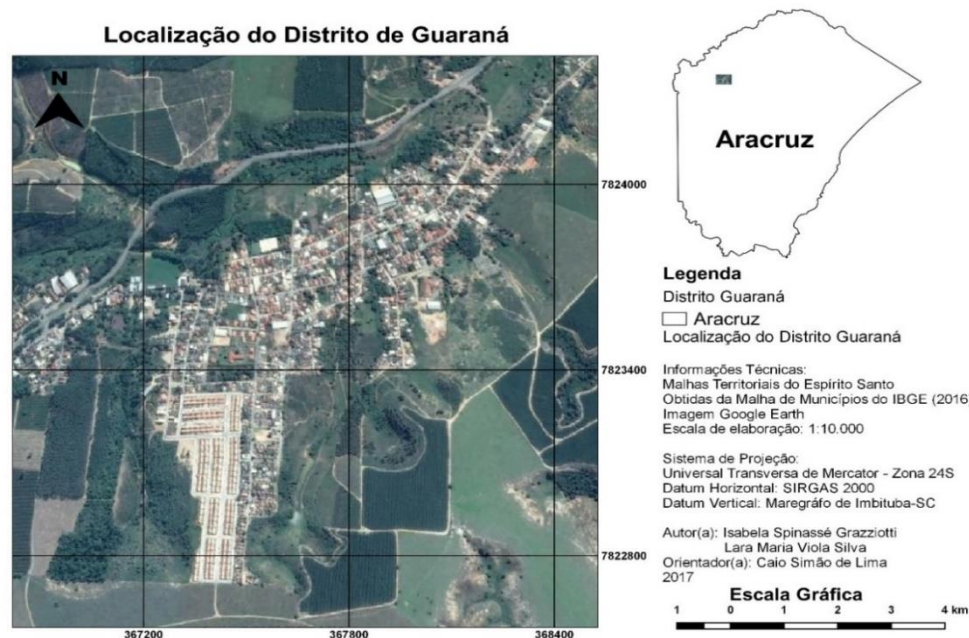


Figura 1: Localização da área de estudo.

Em estado natural a água, geralmente, pode não atender as condições de potabilidade da Portaria nº 2.914/11, sendo que há existência de substâncias orgânicas, inorgânicas e organismos vivos, logo, é fundamental a utilização de métodos de tratamento simples ou avançado de purificação para o abastecimento público (PMA, 2016).

A Figura 2 apresenta a localização dos pontos de coleta no rio Araraquara, sendo considerados

como referência os locais necessários para abastecimento público.

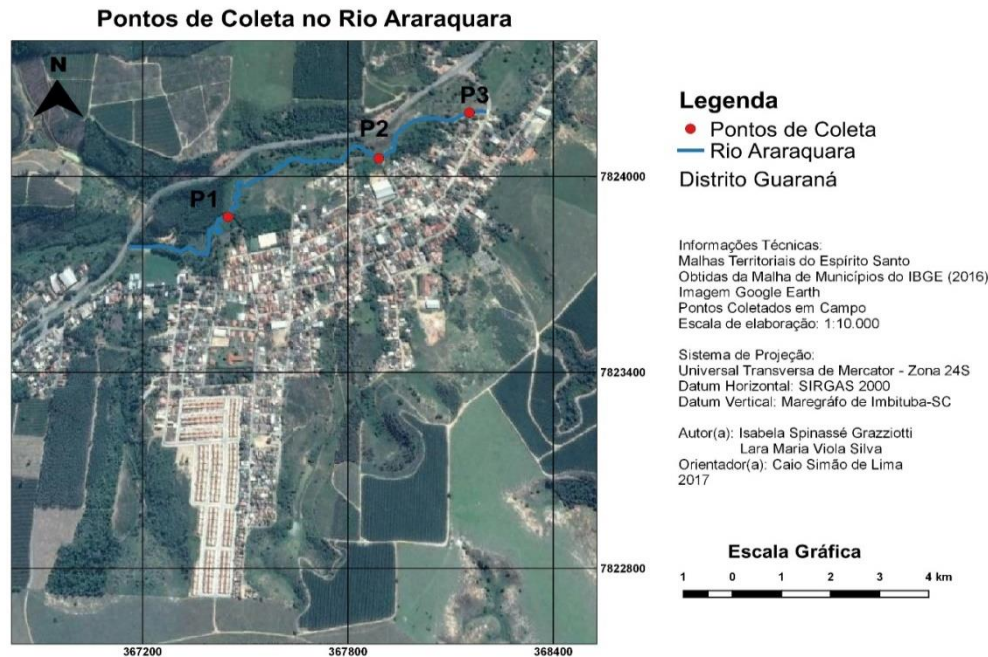


Figura 2: Localização dos pontos de coleta.

Amostragem da Água Superficial

No rio Araraquara foram monitorados 3 pontos de amostragem (Tabela 1), sendo Ponto 1 (P1) localizado antes da captação de água, o Ponto 2 (P2) na bomba de captação de água e Ponto 3 (P3) após o ponto de lançamento da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). As coletas ocorreram em dois períodos distintos de 2017: seco (março, abril, maio e junho) e chuvoso (agosto, setembro e outubro). Foram feitas apenas uma coleta por mês em cada ponto, sendo estas, realizadas apenas na superfície, devido ao difícil acesso ao leito do rio. Para o trabalho de campo foi usado o Sistema de Posicionamento Global (GPS), que consiste em uma tecnologia de localização para marcação dos pontos de coleta, e também a utilização de frascos, para coleta da água com sedimento, além de pranchetas para anotação dos dados e características da área.

Tabela 1: Localização geográfica dos pontos de coleta.

Ponto	Coordenadas em UTM (datum WGS84)	Características dos Pontos
P1	X= 367382 Y= 7823671	Localizado depois das oficinas mecânicas.
P2	X= 367875 Y= 7823899	Aglomerado de residências.
P3	X= 368200 Y= 7824085	Próximo ao ponto de lançamento da ETE.

De acordo com as informações obtidas no site do INCAPER – Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural, para o município de Aracruz-ES, observa-se por meio dos dados meteorológicos que o índice de precipitação (Gráfico 1) para o mês de agosto foi de seca incipiente, enquanto, para o mês de maio e junho teve o maior valor registrado em 120 mm (INCAPER, 2017).

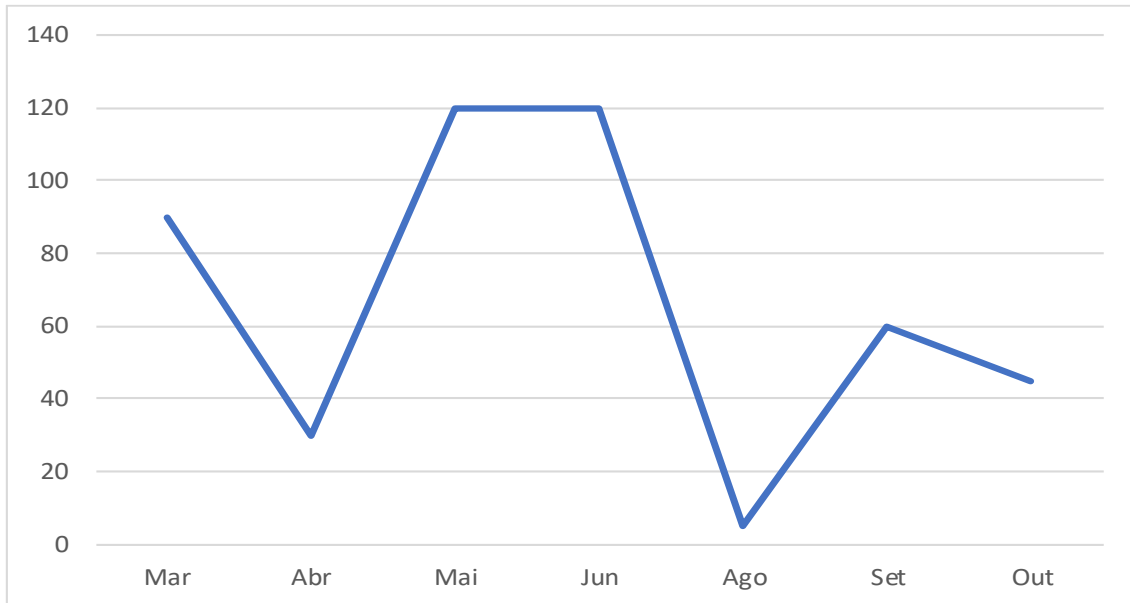


Gráfico 1: Precipitação pluviométrica dos meses de estudo. Fonte: INCAPER, 2017.

As amostras de água foram coletadas nos três pontos com o auxílio de um frasco, em seguida, foram encaminhadas para serem feitas as análises no laboratório de microbiologia da Faculdade MULTIVIX – campus Vitória. Para a realização das análises da água, inicialmente, agitou-se o frasco de 500 ml contendo as amostras de água com sedimentos para que ficassem homogêneas, em seguida, pipetou-se 5 ml de cada amostra em 3 lâminas de vidro, logo após, colocou-se as lamínulas para ser fixadas nas gotas de amostra. Após este processo, foi realizada a análise em microscópio para os três pontos de amostragem. Os protozoários foram observados sem o uso de fixadores para evitar modificações de suas características morfológicas. A identificação usou como base o método de Patterson (1996) e “Protist Information Server” (1995).

Métodos de Identificação

Como forma de identificação das comunidades de organismos presentes nas amostras, teve-se como base o método de Patterson (1996) e “Protist Information Server” (1995) os quais foram fundamentais no processo de classificação.

O “Protist Information Server” é um site que contém informações para uso educacional sobre a biodiversidade dos protozoários e microrganismos, incluindo classificações taxonômicas e imagens. Por meio da escolha do filo de interesse, as espécies podem ser encontradas, além disso, consegue-se explorar algumas categorias gerais como, a divisão celular e reprodução sexual (PROTIST INFORMATION SERVER, 1995).

O Free-Living Freshwater Protozoa de Patterson, é um guia de identificação com imagens, contendo informações sobre as comunidades de protozoários como indicadores de contaminação e poluição. Além disso, está incluso a classificação e registro da comunidade de protozoários de vida livre (PATTERSON, 1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período do monitoramento registrou-se a presença de organismos do reino Protista como, *Ciliophora* (Ciliados), *Chlorophyta* (Algas Verdes), *Heterokonta* (Algas) e *Mastigophora*

(Flagelados), além dos organismos do reino Animal, sendo, *Porífera* (Esponjas) e *Rotífera* (Animais microscópicos aquáticos), conforme descrito na Tabela 2. No período chuvoso e seco, em todos os pontos foram identificados, algas e flagelados, enquanto só no período seco foram encontrados ciliados e algas verdes para os pontos P2 e P3, esponjas no ponto P3 e animais microscópicos aquáticos no ponto P1. Durante os meses estudados, observou-se que o mês de maio e junho teve uma ampla diversidade de filos encontrados, porém, para os outros meses ocorreu uma redução.

Tabela 2: Identificação dos gêneros durante o período de coleta nos pontos de amostragem.

P1, P2, P3: Pontos de amostragens; PS: Período seco/2017; PC: Período chuvoso/2017

Gêneros	P1	P2	P3	PS	PC
<i>Ciliophora</i>					
<i>Paramecium sp.</i>	-	x	x	x	-
<i>Chlorophyta</i>					
<i>Chlamydomonas sp.</i>	-	x	x	x	-
<i>Heterokonta</i>					
<i>Diatomáceas sp.</i>	x	x	x	x	x
<i>Mastigophora</i>					
<i>Euglena sp.</i>	x	x	x	x	x
<i>Porífera</i>	-	-	x	x	-
<i>Rotífera</i>	x	-	-	x	-

Em todas as análises, independente dos pontos e do período de coleta, os organismos que mais se destacaram na ocorrência registrada em laboratório foram do filo *Mastigophora* e *Heterokonta* (Figura 3 e 4). Os organismos com ocorrências elevadas podem ser considerados como importantes componentes da rede trófica (ARAÚJO e COSTA, 2007). A elevada presença de flagelados, em todos os ambientes em diferentes períodos climáticos, demonstra a sua capacidade de adaptação independentemente da quantidade de nutrientes disponíveis ou em locais com menos eutrofização. Provavelmente, essa ubiquidade dos flagelados está relacionada ao seu grande leque de adaptações, principalmente no que se refere a sua versatilidade alimentar (MEDEIROS, 2012). As diatomáceas também se destacaram por apresentar uma maior riqueza em todos os pontos de amostragem em relação aos demais, sendo que, são consideradas mais sensíveis em relação às alterações no ambiente. Muitas espécies de diatomáceas têm ampla tolerância a vários fatores e por isso, quando as condições são favoráveis, desenvolvem densas populações em rios, lagos e lagoas (SALOMONI, 2004). Ainda, as diatomáceas são consideradas como resistentes às altas cargas orgânicas e estão

presentes onde outros grupos bioindicadores não resistem, por esse motivo, pode não ser adequado para avaliar a qualidade da água utilizando somente esse grupo (REIS, 2014).



Figura 3: Organismo do filo *Mastigophora* do gênero *Euglena* sp.



Figura 4: Organismo do filo *Heterokonta* do gênero *Diatomáceas* sp.

De acordo com Bastos et al. (2006), alguns dos organismos do filo *Mastigophora* são característicos de água limpa, apresentam em sua composição uma ampla quantidade de elementos importantes a constituição do ambiente aquático, além de fornecer aos seres vivos aquáticos, direta ou indiretamente, nutrientes essenciais para a formação da biota aquática, estes foram encontrados em todos os pontos de estudo. O mesmo acontece com os organismos do filo *Heterokonta*, que são característicos de águas limpas, enquanto outros são frequentes em ambientes de despejos de efluentes, suportando alta taxa de compostos orgânicos.

A análise dos resultados mostra que nos meses de maior precipitação pluviométrica, sendo estes os meses de maio e junho, houve a presença de todos os táxons encontrados nos pontos de amostragem. O aumento da quantidade de táxons durante o período chuvoso pode ter sido ocasionado pela maior disponibilidade de nutrientes conduzidos pela chuva, e assim, diminuindo a competição entre as espécies e aumentando a diversidade (LOBATO JÚNIOR e ARAÚJO, 2015). Adicionalmente, observou-se que, o aumento da turbidez, sendo este um parâmetro físico, pode ter influenciado na quantidade de táxons encontrados nos locais amostrados. As partículas em suspensão têm a capacidade de acumular espécies de microrganismos (LUIZ, PINTO e SCHEFFER, 2004). Vale ressaltar que ocorreram chuvas atípicas em maio e junho, meses usualmente mais secos, o que possivelmente foi o principal fator que influenciou na abundância das espécies neste período.

Para os meses de março e setembro não foram verificadas ocorrências desses organismos no rio Araraquara. Isso pode ter acontecido devido ao manuseio incorreto nas análises da água com sedimentos no microscópio ou a ausência desses organismos nas amostras, além disso, é possível que suas populações tenham sido limitadas nesses meses.

Os ciliados, principalmente do gênero *Paramecium* sp., alimentam-se de bactérias e zooplâncton de menor porte, sendo algumas espécies comumente associadas à matéria em decomposição e são utilizados como indicadores de ambientes eutrofizados (PELD, 2007).

Desta forma, sua presença está associada à disponibilidade de matéria orgânica oriunda de vegetação das margens do rio. Portanto, ciliados e flagelados parecem estar mais ligados à disponibilidade alimentar, do que ao nível trófico do ambiente, já que esses ambientes são apropriados para as algas, bactérias e flagelados (MEDEIROS, 2012).

Observando os resultados para o filo *Chlorophyta* composto pelo gênero *Chlamydomonas sp.*, mostrou-se mais frequente no período mais chuvoso. Essa alga é dominante em épocas de maior turbulência e elevado fluxo d'água, além de ser característico em rios, lagos e reservatórios (MARINHO, 1994). Conforme Peres e Senna (2000), as clorofíceas constituem um dos principais grupos de algas e são encontradas em vários tipos de ambientes, desde águas oligotróficas até ambientes fortemente poluídos, possuindo várias estratégias de sobrevivência devido à sua alta diversidade. Deve ser observada ainda a presença marcante do gênero *Chlamydomonas sp.* nos ambientes P2 e P3, citados por Bastos et al. (2006) este serve para caracterizar as fases ou condições de tratamento nos sistemas em lagoa de estabilização, devido às suas exigências tróficas, suportando perfeitamente ambientes ricos em matéria orgânica em decomposição.

O grupo das esponjas, representado pelo filo *Porífera*, vivem em um substrato firme composta por uma estrutura corporal de sílica, além de serem considerados filtradores e por este motivo bioindicadores da qualidade da água, estes não toleram águas com grandes concentrações de sedimentos em suspensão, mas podem ocorrer desde a superfície até grandes profundidades (SILVA, MENEZES e PAROLIN, 2009). A utilização das esponjas continentais como bioindicador de qualidade dos corpos hídricos oferecem vantagens ecológicas e econômicas, além de servir como complementação aos parâmetros físico-químicos, por serem sensíveis a altos níveis de efluentes industriais e domésticos e distúrbios físicos como processos de erosão e assoreamento (SILVEIRA, FERRAZ e BOEIRA, 2003). Foram observadas a presença de espículas de esponjas no período chuvoso em comparação com o período seco, sendo essas espécies associadas às raras ocorrências e adaptadas a ambientes lóticos, indicando que foram depositadas nesta área devido à grande capacidade de transporte sedimentar do rio Araraquara.

O filo *Rotífera* está associado a um dos grupos mais importantes em ambientes dulcícolas e na comunidade zooplanctônica, tendo como principais itens alimentares as bactérias, pequenas algas, flagelados e detritos (SLÁDECEK, 1983). No período de maior precipitação, houve grande predominância dos rotíferos, refletindo no aumento da disponibilidade de alimento, enquanto, no período seco não foi registrado nenhuma espécie. Os rotíferos desempenham um importante papel no fluxo de energia do ecossistema, além de habitar diversos tipos de ambientes aquáticos funcionando como indicadores do regime biológico das águas (VITORIO, 2006).

Ao longo de seu curso o rio Araraquara apresenta degradação parcial da mata ciliar. De acordo com Colzani e Alves (2013), a falta de cobertura florestal está relacionada com baixos índices de biodiversidade e baixa qualidade da água, problemas comuns de córregos localizados em áreas de agricultura e pecuária. É importante considerar que em alguns trechos da área estudada, existem processos erosivos, criação de animais suínos, lançamento de esgoto e ponto viciado de lixo, sendo estes determinantes para a avaliação da qualidade da água no rio.

A avaliação da qualidade das águas nos pontos de amostragem estudados foi realizada sobre o ponto de vista biológico. Trabalhos indicam que quanto maior a diversidade de protozoários, melhor a qualidade da água (LOBATO JÚNIOR e ARAÚJO, 2015). O local com maior influência antrópica é o ponto 3, onde o manancial atua como corpo receptor de efluentes que passaram pela Estação de Tratamento, além de ser o ponto que recebe a influência do ponto 1 e ponto 2, no entanto, apesar de ser o ponto com maior diversidade de organismos em relação aos demais

pontos, mostrou-se mais eutrofizado.

Lobato Júnior e Araújo (2015) afirmam que águas com baixa correnteza e profundidade, característico de P2, tendem a apresentar maior sedimentação do material em suspensão, possibilitando uma maior transparência e conseqüentemente uma maior produtividade. O P1 é o ponto que recebe menos influência, portanto, neste foi encontrado pouca diversidade de organismos.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos para esse estudo, os organismos encontrados foram do reino Protista como, *Ciliophora* (Ciliados), *Chlorophyta* (Algas Verdes), *Heterokonta* (Algas) e *Mastigophora* (Flagelados), além dos organismos do reino Animal, sendo, *Porífera* (Esponjas) e *Rotífera* (Animais microscópicos aquáticos), porém, os que mais predominaram em todos os pontos independente do período foram os do filo *Mastigophora* e *Heterokonta*.

Visto que a classificação trófica de um ecossistema aquático se baseia no maior número possível de características, o trabalho realizado contribuiu com informações e dados da literatura sobre o potencial da aplicação desses microrganismos como bioindicadores da qualidade da água. Todavia os resultados obtidos são ainda preliminares, necessitando de uma série histórica mais ampla, comparação com os parâmetros físico-químicos, bem como de aprofundamento taxonômico para uma melhor compreensão da avaliação sobre a qualidade das águas de um sistema hídrico.

Fica claro que a situação dos pontos de coleta que apresentaram uma maior diversidade de espécies foram aquelas com maiores índices de perturbação ambiental, relatadas para os ambientes P2 e P3. Considerando que o local apresenta indícios de poluição ambiental, recomenda-se a instalação de sistema eficaz de tratamento de água para o abastecimento público e ações de educação ambiental com o objetivo de divulgar e informar a população sobre os riscos da transmissão de doenças hídricas e a importância da preservação do recurso hídrico.

Os índices pluviométricos mostraram-se relevantes para a diversidade de espécies encontradas, pois em períodos de maior precipitação houve mais distribuição dos táxons nos locais deste estudo. Estudos comparativos de ecossistemas aquáticos contribuem na identificação das variáveis que controlam a ação desses organismos. A identificação dessas espécies irá contribuir para o seu entendimento, já que existem poucos registros desses organismos na área estudada.

1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, M. F. F.; COSTA, I. A. S. **Comunidades microbianas (bacterioplâncton e protozooplâncton) em reservatórios do semiárido brasileiro.** Oecologia Brasiliensis, v. 11 n. 3, p. 422-432, 2007.
- BASTOS, I. C. O. et al. **Utilização de bioindicadores em diferentes hidrossistemas de uma indústria de papéis reciclados em Governador Valadares –MG.** Revista Engenharia Sanitária Ambiental, v. 2, n. 3, p. 203 – 211 2006.
- COLZANI, M.; ALVES, M.A.M. **Riqueza e distribuição de eucariontes unicelulares em três córregos sob influência antrópica na cidade de Ivinhema, Mato Grosso do Sul, Brasil.** Mato Grosso do Sul, 2013.
- INCAPER - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Sistemas

de Informações Meteorológicas: **Previsão do Tempo**. 2017. Disponível em: <<https://meteorologia.incaper.es.gov.br/>>. Acesso em 02 de set. 2017.

LOBATO JÚNIOR, W.S.; ARAÚJO, M. F. F. **Protozoários de Vida Livre (Ciliophora, Mastigophora e Sarcodia) em dois trechos de um ambiente do nordeste do Brasil e seu potencial uso como bioindicadores**. *Revista Ciência e Natura*, v. 37, n. 1, p. 57-63, 2015.

LUIZ, A. M. E.; PINTO, C. M. L.; SCHEFFER, E. W. O. Parâmetros de Cor e Turbidez como Indicadores de Impactos resultantes do uso do solo, na Bacia Hidrográfica do Rio Taquaral, São Mateus do Sul – PR. **O Espaço Geográfico em Análise**. Curitiba: UFPR, 2012. V. 24, p. 290 – 310.

MARINHO, M.M. **Dinâmica da comunidade fitoplanctônica de um pequeno reservatório raso densamente colonizado por macrófitas aquáticas submersas (Açude do Jacaré, Mogi-Guaçu, SP - Brasil)**. 1994. Dissertação – Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, Brasil, 1994.

MEDEIROS, M. L.Q. **Protozoários de Vida Livre em Ambientes Aquáticos do RN: ocorrência, caracterização e importância para a educação básica**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Faculdade de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

MORENO, P.; CALLISTO, M. Bioindicadores de Qualidade de Água ao longo da Bacia do Rio das Velhas (MG). **Bioindicadores de Qualidade de Água**. Belo Horizonte: UFMG, 2005. v. 5, p. 95 – 116.

PATTERSON, D. J. **Free-Living Freshwater Protozoa: a colour guide**. New York: John Wiley & Sons, 1996.

PELD – Pesquisas Ecológicas de Longa Duração. **Protozoários Planctônicos**. Paraná, 2007.

PERES, A. C.; SENNA, P. A. C. **Chlorophyta da Lagoa do Diogo**. Estudos Integrados em Ecossistemas: Estação Ecológica de Jataí, São Carlos, v. 2, p. 469 – 481, 2000.

Prefeitura Municipal de Aracruz (PMA). **Plano Municipal de Saneamento Básico**, nº 013/2016. Aracruz, 2016.

PROTIST INFORMATION SERVER. Digital Specimen Archives. 1995. In: Japan Science and Technology Corporation (JST). Disponível em: <<http://protist.i.hosei.ac.jp/>>. Acesso em: 26 jun. 2017.

REIS, L. A. C. **Diatomáceas Perifíticas como bioindicadores da qualidade da água no Rio São Mateus, ES**. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2014.

SAAE – Sistema Autônomo de Água e Esgoto. **Sistema de Abastecimento de Água de Guaraná**. Aracruz. 2009. Disponível em: <<http://www.saaeara.com.br/informacao/guarana/>>. Acesso em: 25 mai. 2017.

SALOMONI, S. E. **Diatomáceas Epilíticas Indicadoras da Qualidade da Água na bacia do Rio Gravataí, Rio Grande do Sul, Brasil**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2004.

SILVA, K.C.; MENEZES, H.R.; PAROLIN, M. **Avaliação da Presença de Esponjas Continentais nas Hidrográficas do Rio Formoso e sem passo no Município de Campo Mourão e Luiziana**. In: IV EPCT - Encontro de Produção Científica e Tecnológica, 2009, Campo Mourão. Anais do IV Encontro de Produção Científica e Tecnológica - EPCT. Campo Mourão, 2009.

SILVEIRA, M.P.; FERRAZ, J.; BOEIRA, C. **Metodologia para Obtenção e Preparo de Amostras de Macroinvertebrados Bentônicos em Riachos**. São Paulo, 2003.

SLÁDECK, V. **Rotifers as indicators of water quality**. Hydrobiologia 100:169-201, 1983.

VITORIO, U. S. R. **Rotíferos (Rotatoria) como Indicadores da Qualidade Ambiental da Bacia do Pina, Recife (PE – Brasil)**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica). Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2006.

ACIDENTES RELACIONADOS ÀS CONDIÇÕES DA VIA NA BR-101: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DA SERRA/ES (KM 240 A KM 270)

Juliana Burzlaff¹, Luiz Daniel Miranda de Oliveira², Maira Rosa Ferreira da Silva¹

1. Acadêmica de Engenharia Civil na Faculdade Brasileira – Multivix-Vitória

2. Especialista em Engenharia Rodoviária – Docente Multivix

RESUMO

Segundo Azevedo (2015), os acidentes de transporte terrestre são a oitava maior causa de morte no Brasil. Machado (2017) afirma que o município de Serra é o mais populoso do estado, com uma população estimada de 502.618 mil habitantes em 2017. Infere-se então que por uma rodovia federal se localizar numa cidade de muito movimento, o número de acidentes de trânsito tende a ser maior. IPEA (2015) constatou que, no ano de 2014, o estado do Espírito Santo foi o 9º estado com maior número de acidentes do país, somado a isso, quando se analisa os trechos de 10 km mais críticos em acidentes graves, o trecho entre o km 260 e o km 270 da BR 101 no ES é o primeiro colocado, com 877 acidentes. Assim, o presente estudo busca identificar fatores causadores de acidentes ligados às condições da via na BR 101-ES, cidade de Serra (Km 240 ao Km 270), propondo uma solução de engenharia embasada teoricamente nos conceitos da engenharia de tráfego. Para isso, utilizou-se do manual do programa PARE do Ministério dos Transportes, que traz diretrizes a serem seguidas para a identificação dos trechos críticos, o diagnóstico das causas e as recomendações para projetos de engenharia. Ao final do estudo, foram identificados sete trechos com problemas relacionados à via, todos fundamentados teoricamente e com proposta de soluções que visam mitigar o problema encontrado.

Palavras-chave: Acidentes, Rodovia Federal, Condições da via.

INTRODUÇÃO

De acordo com levantamentos do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2014) o modal predominante no Brasil é o rodoviário. As rodovias são o principal meio de movimentação logística no país, sendo responsáveis por 61,1% das cargas transportadas. Segundo o DENATRAN (Departamento Nacional de Trânsito, 2017), a frota de veículos regularizados no país em 2000 era de 29.722.950 e aumentou para 93.867.016 em 2016, representando um crescimento de 315%. As vias, no entanto, não apresentam a mesma evolução acelerada, e esse desequilíbrio acarreta em algumas consequências, como congestionamentos cada vez mais longos e uma maior probabilidade da ocorrência de acidentes. Segundo Azevedo (2015), os acidentes de transporte terrestre são a oitava maior causa de morte no Brasil, perdendo apenas para alguns tipos de doenças e homicídios. No ano de 2015 foram registradas 6.859 mortes em rodovias federais e ao analisar as causas desse tipo de acidente fica claro que diversos são os fatores influenciadores. (BERGAMASCHI, 2014).

Ferraz et. al. (2012) conceitua como acidente de trânsito qualquer evento que envolva veículos (motorizados ou não) e/ou pedestres em deslocamento por uma via, onde ocorram danos, sejam eles à veículos, pessoas ou qualquer outro elemento como postes, árvores, animais, cargas, sinalização etc. Apesar de saber-se que acidentes rodoviários envolvem quase sempre mais de um fator causador, os relatórios elaborados pela Polícia Rodoviária Federal (2015) geralmente apontam para um fator principal, que quase sempre está ligado ao agir humano. Entretanto fatores ligados ao veículo e as vias também são causadores potenciais de acidente.

Quando analisa-se as condições de uma via, diversos são os elementos a serem analisados, dentre eles estão a pavimentação, a sinalização e a geometria da via. Esses elementos foram avaliados pela Pesquisa CNT de Rodovias 2016, que por meio de seu relatório gerencial

apontou a qualidades das rodovias federais brasileiras. Em resumo, a pesquisa afirma que, sobre as rodovias federais: 29,9% apresentam pavimentos em condição regular; 30,8% apresentam sinalização regular; 32,8% apresentam geometria da via regular, considerando uma escala de: excelente, bom, regular, ruim e péssimo. Assim, admitindo-se que tais elementos são influenciadores de acidentes rodoviários, justifica-se sua avaliação em trechos considerados críticos por apresentarem altos índices de acidentes (CNT: SEST: SENAT, 2016).

Segundo IPEA (2015), no ano de 2014, o estado do Espírito Santo foi o 9º com maior número de acidentes do país, somado a isso, quando se analisa os trechos de 10 km mais críticos em acidentes graves, o trecho compreendido entre o km 260 e o km 270 da BR 101 no ES é o primeiro colocado, com 877 acidentes. Machado (2017) afirma que o município da Serra é o mais populoso do estado, com uma população estimada de 502.618 mil habitantes em 2017. Infere-se então que devido a rodovia federal se localizar numa cidade de muito movimento, o número de acidentes de trânsito tende a ser maior. Cabe salientar que acidentes geram custos econômico-financeiros impactantes diretamente nas famílias, governos e na sociedade como um todo (IPEA, 2015). Por isso, identificar as causas majoritárias da ocorrência desses acidentes se faz necessária, para que possam ser aplicadas soluções eficientes a fim de diminuir a quantidade e a gravidade deles.

Assim, o presente estudo busca identificar fatores causadores de acidentes ligados às condições da via no trecho em questão, propondo uma solução de engenharia embasada teoricamente nos conceitos da engenharia de tráfego. Para isso, utilizou-se do manual do programa PARE do Ministério dos Transportes, que traz diretrizes a serem seguidas para a identificação dos trechos críticos, o diagnóstico das causas e as recomendações para projetos de engenharia.

EMBASAMENTO TEÓRICO

Os acidentes são, por definição, eventos aleatórios não previsíveis, uma vez que, se tivessem sido antecipados, provavelmente não teriam acontecido. Não importa o quanto estudemos e venhamos a aprender sobre a geração de acidentes ou suas contramedidas, nunca seremos capazes de prever onde ou quando exatamente um evento desses irá ocorrer (VIEIRA, 1999).

Lima *et. al.* (2008) afirma que os acidentes ocorridos no trânsito terrestre quase sempre têm como causas não um motivo específico, mas multifatores que incluem, entre outros, os fatores associados ao ser humano, à via, aos veículos e ao tempo/clima. Já Ferraz *et. al.* (2012) detalha cada um desses fatores indicando quais comportamentos ou condições podem interferir diretamente na ocorrência de acidentes rodoviários. Fatores associados ao ser humano significam comportamentos do homem (pedestres e condutores) que contribuem para a ocorrência de acidentes. Podem ser exemplificados como velocidade inapropriada, ingestão de drogas lícitas ou ilícitas, cansaço e sonolência, conduta perigosa, falta de habilidade e desvio de atenção.

Os fatores relacionados aos veículos estão ligados a manutenção, tipo e projeto dos veículos, sendo o primeiro a causa mais frequente de acidentes. Pneus com desgaste, freios desregulados, faróis queimados, limpador de para-brisa quebrado, retrovisores trincados e muitos outros defeitos causados pela falta de manutenção do veículo tendem a aumentar o número de acidentes rodoviários. Além disso, o clima da região também é um fator de risco a

ser considerado. Chuvas, neblina e ventos fortes, por exemplo, contribuem para um maior número de colisões (FERRAZ *et. al.*, 2012).

Quanto aos fatores de risco associados à via, inúmeras causas são conhecidas, dentre elas os defeitos da pista, a sinalização não adequada, iluminação deficiente, falta de calçadas e acostamentos, interseções com pouca visibilidade e projeto geométrico inadequado. O projeto geométrico tem por objetivo a definição do segmento rodoviário em aspectos ligados ao comportamento horizontal, vertical longitudinal e vertical transversal. A elaboração do projeto requer o levantamento de informações topográficas, além do estudo de traçado e conhecimento dos interesses, econômicos e sociais, das regiões por onde as vias serão traçadas. Filho (1998) define o projeto geométrico de estradas como o processo de correlacionar os elementos físicos com as características de operação, frenagem, aceleração e condições de segurança e conforto. O primeiro fator determinante para elaboração do projeto geométrico conforme Lee (2000) é o estudo de traçado, que tem como objetivo a determinação geomorfológica da região em estudo e a caracterização geométrica existente. As principais recomendações do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte, 1999) quanto a definição de traçados de rodovias, objetivam evitar problemas e defeitos no que diz respeito ao projeto geométrico. Portanto, o traçado em planta, em perfil e o traçado coordenado em planta e perfil possuem parâmetros normatizados que devem ser seguidos em projeto. Caso os elementos geométricos não sejam devidamente adequados, o projeto da rodovia poderá conter trechos que não ofereçam segurança e conforto aos usuários.

A figura 1 ilustra a concordância entre os elementos de planta e perfil, fundamentais na análise do projeto geométrico.


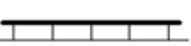





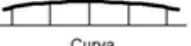
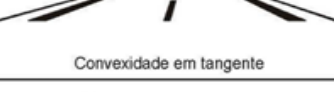

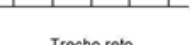
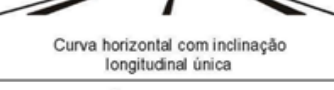

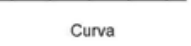
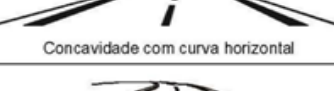
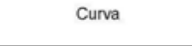
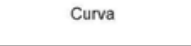
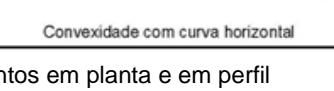
EM PLANTA	EM PERFIL	ELEMENTO ESPACIAL
 Tangente	 Trecho reto	 Tangente com inclinação longitudinal única
 Tangente	 Curva	 Concavidade em tangente
 Tangente	 Curva	 Convexidade em tangente
 Curva	 Trecho reto	 Curva horizontal com inclinação longitudinal única
 Curva	 Curva	 Concavidade com curva horizontal
 Curva	 Curva	 Convexidade com curva horizontal

Figura 1: Combinação dos elementos em planta e em perfil

Fonte: Lee, 2000.

Além das características geométricas da via, o pavimento nelas existentes pode também ser efeito causador de acidentes, uma vez que tendo sua estrutura comprometida, o processo de degradação passa a ser acelerado, trazendo condições não ideais de tráfego. Para promover tais condições e conseqüentemente a segurança viária o pavimento deve atender a alguns requisitos, dentre eles: efeitos de mudanças no clima, possuir estrutura forte que resista ao fluxo de veículos, ser constituído por materiais que permitam o escoamento da água, além de ter boa resistência a derrapagens. A fim de atender a todos esses requisitos, a estrutura do pavimento deve dispor de camadas que possibilitem a total distribuição das solicitações de carga, visando a limitação de tensões e deformações, para que assim seu desempenho permaneça adequado por um longo período de tempo (CNT: SEST: SENAT, 2016).

A sinalização rodoviária também é fator importante quando se trata da segurança dos usuários das vias, principalmente em locais onde o volume de tráfego é intenso. Ela pode ser vertical ou horizontal e deve ser projetada de acordo com os manuais do CONTRAN, DENATRAN e DNIT. Além disso, os dispositivos auxiliares (defensas) também são importantes para a melhoria da segurança da via, visto que possuem a finalidade de reduzir o impacto das colisões, evitando assim conseqüências mais graves. A função da sinalização é transmitir aos motoristas informações adequadas para um tráfego seguro e que possibilitem uma tomada de decisão consciente (CNT: SEST: SENAT, 2016).

METODOLOGIA

O Manual do programa PARE do Ministério dos Transportes apresenta procedimentos a serem realizados no tratamento de locais críticos de acidentes de trânsito. Esses procedimentos são divididos em 3 módulos: identificação dos locais críticos, investigação dos fatores contribuintes dos acidentes e tratamento do local crítico. Entretanto o terceiro módulo não será executado, uma vez que o tratamento desses locais deve ser realizado pelos órgãos públicos.

Os dados utilizados no presente estudo foram obtidos no endereço eletrônico da PRF e encontravam-se planilhados. Assim, escolheu-se trabalhar com uma série histórica de 5 anos (2012 a 2016). Por meio da aplicação de filtros pode-se constatar que dentre as rodovias federais que cortam o estado do ES, a BR 101 apresenta índices de acidentes mais significativos. Foram contabilizados os números de acidentes de cada município e constatou-se que os índices eram consideravelmente maiores no município de Serra. Por isso, escolheu-se o trecho do Km 240 ao Km 270 para análise.

Identificação dos locais críticos

Adotou-se o método numérico descrito no manual, uma vez que os demais métodos são utilizados para estudos mais aprofundados, pois utilizam modelos matemáticos probabilísticos. Além disso, os dados disponíveis são suficientes para a realização deste estudo. Ainda na categoria de métodos numéricos, optou-se por trabalhar com a técnica de número de acidentes, já que essa considera somente o número de ocorrências, em um período de tempo estabelecido, definindo-se como locais críticos aqueles com quantidade de acidentes superior à média aritmética das ocorrências registradas em cada um dos locais em análise (MT, 2002). Assim, após toda a análise dos dados disponíveis, identificou-se 15 trechos críticos de 500 metros cada que foram comuns nos 5 anos analisados.

Investigação dos fatores contribuintes dos acidentes

Para a identificação dos fatores contribuintes, os acidentes foram classificados em quatro grandes grupos: comportamento humano (excesso de velocidade, sonolência, embriaguez, etc), via e meio ambiente (geometria, sinalização, presença de animais na pista, etc), condições operativas dos veículos (defeitos mecânicos) e outros. Cabe salientar que quem identificou esses fatores contribuintes foi a população, em geral na elaboração dos boletins de ocorrência, por isso as informações podem não representar a total realidade, já que os envolvidos no acidente podem não ter conhecimento específico válido para identificar problemas na via, por exemplo. Houve também uma investigação das condições in loco, onde foram observados detalhes como os elementos geométricos e físicos (geometria horizontal e vertical, sinalização, condições do pavimento, acostamento, obstruções laterais, etc) que podem interferir na condição operativa da via. Além disso, a comunidade local foi entrevistada, a fim de se tentar identificar o ponto específico onde ocorrem a maioria dos acidentes.

De posse de todos esses dados buscou-se apontar os problemas encontrados em cada trecho. Os locais que foram identificados com algum problema nas condições da via, sendo ele de pavimentação, sinalização ou geometria, foram estudados mais cautelosamente a fim de que após uma análise teórica e prática do assunto, fossem sugeridas possíveis intervenções a serem realizadas na via.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise dos boletins de ocorrência, conforme descrito na metodologia, foram identificados os locais críticos apresentados na tabela 1 a seguir.

Tabela 1: Identificação do trecho x quilometragem concernente

Trecho	Km	Trecho	Km	Trecho	Km
01	260,0 a 260,4	06	266,0 a 266,4	11	268,5 a 268,9
02	262,0 a 262,4	07	266,5 a 266,9	12	269,0 a 269,4
03	263,0 a 263,4	08	267,0 a 267,4	13	269,5 a 269,9
04	264,0 a 264,4	09	267,5 a 267,9	14	270,0 a 270,4
05	265,0 a 265,4	10	268,0 a 268,4	15	270,5 a 270,9

Fonte: Elaborada pelo autor.

Os trechos identificados como críticos foram estudados seguindo as recomendações do manual (MT, 2002), onde foram encontrados os mais diversos tipos de causa para os acidentes ocorridos nos locais. Verificou-se algumas características que são dignas de ressaltar para o estudo em questão e que cumpre-se mencionar, como aspectos relacionados às configurações geométricas, condições do pavimento e a sinalização. Assim, os trechos que apresentavam alguma condição desfavorável da via foram identificados por meio de visita técnica in loco e serão apresentados na tabela 2 a seguir.

Tabela 2 – Identificação dos trechos com acidentes relacionados a condições da via

Trecho	Km
01	260,0 a 260,4
02	262,0 a 262,4

03	263,0 a 263,4
04	264,0 a 264,4
05	265,0 a 265,4
11	268,5 a 268,9
12	269,0 a 269,4

Fonte: Elaborada pelo autor.

No trecho estudado, verificou-se que a rodovia possui, em sua maior parte, duas vias paralelas, uma em cada sentido. Apenas em alguns locais onde não existem polos geradores de fluxo, como indústrias, comércios ou residências, foram identificadas a ausência das vias. Entretanto o estudo limitou-se apenas a rodovia (BR 101) e suas interseções com as vias paralelas.

Percebeu-se, durante a visita ao local, que a velocidade diretriz da via é de 60 km/h. Após leitura do Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais (DNIT 1999), constatou-se que a classe da rodovia estudada é a Classe I-A, rodovia arterial, portanto, tem-se como recomendação a velocidade diretriz de 60 km/h. Assim, a velocidade praticada está em conformidade com a requerida.

Tem-se, no trecho estudado, fatores agravantes que contribuem para geração de acidentes e que foram averiguados durante a visita in loco. Dentre os aspectos analisados conheceu-se as condições do pavimento e suas possíveis patologias; a presença ou ausência de via marginal e acostamento; presença de sinalização horizontal, vertical e semafórica e a conformidade entre superelevação e superlargura em curvas. Assim sendo, apresenta-se adiante de forma detalhada, as observações sobre os aspectos mencionados.

Das condições do pavimento

O trecho em questão é todo revestido por pavimento asfáltico que apresenta-se ora em boas condições e ora em más condições. O único trecho em que foi identificado péssimas condições foi o 01, onde a presença de buracos, afundamentos e trincas eram visíveis. Além desse, outros trechos foram notados com pavimento não regular, fruto de constantes recapeamentos feitos pela concessionária da BR.

Segundo a pesquisa CNT de rodovias (CNT: SEST: SENAT, 2016), avaliar a condição da superfície do pavimento é verificar seu estado de conservação e conseqüente influência no conforto e segurança dos usuários da via. Todo pavimento deve ser projetado para que dure um certo tempo, entretanto, durante os anos de utilização, caso não sejam feitas intervenções de melhoria, esse pavimento passa de uma condição ótima para péssima. Aos olhos dos usuários da rodovia, o estado do pavimento é o elemento de segurança mais perceptível, já que os defeitos por ela apresentados geram desconforto e danos aos veículos, além de poderem ser identificados a olho nu.

Sabe-se que um pavimento danificado é fator gerador de acidentes, visto que a má condição da superfície ocasiona a perda de aderência do pneu/pavimento e, por conseguinte, fica mais difícil manter os veículos na trajetória desejada. Esse problema pode acabar por causar colisões frontais devido a mudança brusca de direção ou perda do controle do veículo (DNIT, 2010).

Assim, como sugestão de melhoria do pavimento a ser aplicada nos trechos estudados, indica-se seguir um plano de gestão que assegure níveis de conservação compatíveis com a segurança viária. Para isso, sugere-se monitorar o ciclo de vida da estrutura do pavimento e planejar as manutenções periódicas (preventivas e corretivas) do local (MENEZES, 2008).

Da geometria da via

Afim de se conhecer os problemas relacionados às condições geométricas da via, inicialmente realizou-se a divisão dos fatores estudados, uma vez que as condições de análise são distintas para cada fator. Ressalva-se que a elaboração da identificação dos problemas foi realizada com o auxílio do relatório da Polícia Rodoviária Federal conhecido e disponibilizado na sede situada no município de Vitória.

No que diz respeito a superelevação da via, identificou-se no trecho 01 a presença de declividade transversal negativa. O trecho é composto por trajetória curvilínea e comprovou-se a presença de patologias no pavimento, onde foram identificadas trincas e afundamentos plásticos que resultaram em uma inclinação a favor do sentido de aplicação da força centrífuga, gerando assim um acréscimo em seus efeitos. Salienta-se que a medição e identificação da superelevação negativa foi constituída pela PRF (2016) com auxílio do software Faro Scene. Cabe mencionar que o DNIT (2010) denomina como superelevação a inclinação transversal das curvas nas vias projetadas, evitando o esforço centrífugo que atua no veículo de dentro para fora, tendendo a manter a trajetória retilínea e tangente, fornecendo assim, conforto e segurança ao motorista. Para isso, os cálculos devem estar em conformidade com a velocidade diretriz da via. A superelevação é medida pela inclinação transversal da pista em relação ao plano horizontal e é expressa de forma adimensional ou em porcentagem (LEE, 2000).

Portanto, entende-se que a superelevação inexata, ou seja, a inclinação negativa da seção compromete a estabilidade dos veículos, aumentando o desequilíbrio transversal provocado pela diminuição de força de atrito lateral e assim provocando desconforto e/ou acidentes, que podem ser maximizados pelo tamanho do centro de gravidade do veículo que, quanto maior, provoca maior desestabilidade, portanto, sendo críticos para ônibus e caminhões, conforme ilustrado na figura 02.

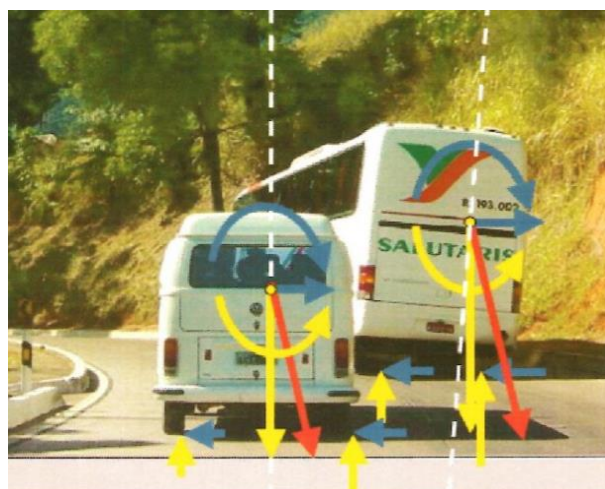


Figura 02: Demonstração do desequilíbrio transversal, decorrentes de curvas longitudinais com inclinações negativas.

Fonte: Relatório Técnico de Segurança Viária - PRF (2016)

Assim sendo, a proposta de solução para esse problema está diretamente ligada ao melhoramento das condições do pavimento da via, já que foram essas condições que geraram o aparecimento da declividade transversal negativa.

O manual de projeto e práticas operacionais para segurança das rodovias (DNIT, 2010) prevê que o acostamento deve garantir segurança ao usuário, mencionando que seu acesso não deve ser obstruído para que o usuário possa utilizar com facilidade quando necessário. No que diz respeito aos acostamentos nos segmentos do trecho avaliado, constatou-se, com o auxílio de ortofotomosaicos georreferenciados e por programa assistido por computador CAD, sua ausência em alguns trechos. Em outros, o espaço definido como acostamento não é suficientemente seguro e adequado para a via em questão.

Para conhecimento das diretrizes que dimensionam o tamanho dos acostamentos faz-se necessário consultar o manual de rodovias rurais (DNIT, 1999) que fornece parâmetros de acordo com a classe da rodovia. Segundo o DNIT, para rodovias de classe I-A, o acostamento em relevos planos e ondulados para trechos com duas pistas deve variar de 0,60 m a 1,20 m, já para trechos com as mesmas condições de relevos e com quatro ou mais pistas deve variar entre 2,50 m a 3,00 m. Os valores são recomendações que garantem a segurança caso seja necessário a imobilização durante uma situação de emergência.

Verificou-se nos trechos 04 e 05 a ausência de espaço suficiente para ser considerado acostamento. No trecho constatou-se que a distância entre a linha de bordo e o meio-fio não corresponde a solicitação do manual que para este trecho seria de 0,60 m a 1,20 m.



Figura 03: Verificou-se que a distância entre a linha de bordo e o meio fio apresenta-se com variações. No ponto em que constatou maior comprimento, a medição realizada no local foi de 0,45 m entre a linha de bordo e o meio fio.

Fonte: Relatório Técnico de Segurança Viária - PRF (2016)



Figura 04: Demonstração da ausência de acostamento no km 264 e imediações - sentido decrescente.

Fonte: Relatório Técnico de Segurança Viária - PRF (2016)

Para que o correto acostamento seja executado far-se-á necessário o planejamento de projeto por parte da concessionária, pois como confirmado em visita em campo, há espaço suficiente para execução do acostamento, mesmo que em largura mínima exigida em norma.

Da sinalização

Em todo o trecho avaliado é possível perceber a presença de sinais semafóricos, inclusive em trechos problemáticos como cruzamentos. Entretanto verificou-se que nos trechos em que o sinal não é acompanhado de um radar eletrônico os índices de acidentes como atropelamento e colisões transversais são maiores, são esses: trechos 02, 03, 04 e 11. A PRF, por meio de relatório, constatou que 64% das colisões laterais ocorridas no período de janeiro de 2015 a outubro de 2016 no trecho do Km 260 ao 270 da BR 101-ES, foram devidas a desobediência à sinalização. Por isso, pode-se inferir, que por terem certeza da impunidade, os motoristas avançam o sinal mesmo quando esse indica a paralisação do fluxo. Como proposta de intervenção alguns fatores podem ser sugeridos, sendo eles a instalação de dispositivos eletrônicos de controle, presença de policiamento de trânsito nos cruzamentos de maior movimento e ainda campanhas de conscientização junto aos motoristas e pedestres que trafegam na via (PRF, 2016).

Além das sinalizações horizontais e verticais, são também elementos na sinalização os dispositivos de contenção lateral, que são instalados longitudinalmente nas laterais da rodovia. Eles podem ser feitos de concreto, metal ou por sistema de cabos, desde que sejam aprovados nos testes de impacto descritos em norma (IPR 706/1999/DNIT). Esses dispositivos ajudam a prevenir o acesso a áreas perigosas e impactos a objetos situados nas laterais da via, além de proteger os usuários mais vulneráveis da via (pedestres) (PRF, 2016).

A obrigatoriedade da presença da contenção lateral é disposta no manual de defensas rodoviárias/*Highway Guardrail* do IPR/DNER. Os trechos que apresentam essa necessidade e não possuem a contenção são os trechos 03, 04 e 05. O trecho 03 possui um talude lateral íngreme e por isso deveria dispor de contenção lateral. Já o trecho 04, além do talude verificou-se a presença de via paralela, o que traz ainda mais indispensabilidade aos dispositivos. O trecho 05 é ainda mais perigoso pois além de todas as condições descritas no trecho 04, verificou-se também a existência de edificações na lateral da via. Tais condições podem ser observadas nas figuras 05 e 06 apresentadas a seguir.



Figura 03: Km 264,4 - Trecho 04
Fonte: PRF, 2016



Figura 04: Km 265, 3 - Trecho 05. Fonte: PRF, 2016

A ausência de um dispositivo de contenção lateral não interfere diretamente na ocorrência de acidentes rodoviários, entretanto, sua presença pode ajudar a minimizar os efeitos de uma colisão ou escapamento de pista. Em locais onde o talude lateral à pista é muito inclinado a contenção se faz necessária, pois pode evitar o capotamento em caso de um veículo desgovernado tentar evadir a via, tornando o acidente menos grave. Para esse tipo de problema, a solução mais adequada é a instalação das contenções, já que o relevo do local e a presença de edificações são variáveis muito mais complexas para correção.

Em todo o trecho estudado notou-se apenas no trecho 03 a presença de travessias de pedestres em outros níveis e de tela no canteiro central, mesmo que tenha-se comprovado por meio de dados estatísticos o alto índice de acidentes envolvendo pedestres nos demais trechos. Não obstante, constatou-se ainda no trecho 02 a insuficiência de elementos necessários para travessia de pedestres, havendo apenas semáforos que controlam a movimentação de carros, uma vez que refere-se a uma interseção. Como agravante da situação no trecho 02 denotou-se a presença de dois pontos de ônibus, os quais fazem com que o movimento de pessoas seja intensificado na região, aumentando assim a possibilidade de acidentes envolvendo pedestres. Tem-se ainda, no trecho 12, a presença de pontos de ônibus e a ausência de elementos que garantam a segurança na travessia da rodovia, local no qual é alvo de alto índice de acidentes, informação que é comprovada pela análise dos dados da PRF.

Como medida mitigadora indica-se a implantação de sinalização horizontal e pintura de faixas de pedestres, ambas servirão de alerta ao condutor evitando futuras ocorrências. Indica-se

ainda a inserção de grades de proteção no canteiro central, excluindo assim a possibilidade de travessia fora dos locais indicados pela sinalização.

CONCLUSÃO

O estudo em questão identificou com base no manual do programa PARE do Ministério dos Transportes, os trechos críticos em número de acidentes entre os KM 240 e 270 da BR 101-ES, que estão localizados no município de Serra/ES. Após a identificação dos trechos, foram avaliados, por meio de análise de dados, visitas in loco e entrevistas a população local, os fatores causadores de acidentes ligados às condições da via no trecho estudado. A geometria da via, sua sinalização e as condições de seu pavimento foram expostas e comparadas a parâmetros normativos e teóricos a fim de discutir de que forma eles se relacionam com o elevado índice de acidentes e quais seriam as possíveis medidas corretivas a serem implementadas.

Quanto ao pavimento, o trecho 01 foi o único que apresentou más condições, mas outros trechos foram identificados com recapeamento recente. Após análise teórica verificou-se que a existência de buracos, afundamentos e trincas ocasionam a perda de aderência do pneu/pavimento e, por conseguinte, fica mais difícil manter os veículos na trajetória desejada. Assim, como sugestão de melhoria do pavimento a ser aplicada nos trechos estudados, indica-se seguir um plano de gestão que assegure níveis de conservação compatíveis com a segurança viária, mantendo um monitoramento do ciclo de vida da estrutura do pavimento e planejamento de manutenções periódicas (preventivas e corretivas) no local.

Quando a geometria da via foi analisada, encontrou-se um problema de inclinação transversal no trecho 01 devido a presença de patologias no pavimento, onde identificou-se trincas e afundamentos plásticos que resultaram em uma inclinação a favor do sentido de aplicação da força centrífuga. Sendo assim, a proposta de solução para esse problema está diretamente ligada ao melhoramento das condições do pavimento da via, já que foram essas condições que geraram o aparecimento da declividade transversal negativa. Outro fator percebido foi a não conformidade dos acostamentos nos trechos 04 e 05, onde há ausência de espaço suficiente para ser considerado acostamento. No trecho constatou-se que a distância entre a linha de bordo e o meio-fio não corresponde a solicitação do manual que para este trecho seria de 0,60 m a 1,20 m. Para que o correto acostamento seja executado far-se-á necessário o planejamento de projeto por parte da concessionária, pois como confirmado em visita em campo, há espaço suficiente para execução do acostamento, mesmo que em largura mínima exigida em norma.

Em relação a sinalização, verificou-se que nos trechos em que o sinal não é acompanhado de um radar eletrônico os índices de acidentes como atropelamento e colisões transversais são maiores, são esses: trechos 02, 03, 04 e 11. Por isso, como proposta de intervenção foram sugeridos a instalação de dispositivos eletrônicos de controle, presença de policiamento de trânsito nos cruzamentos de maior movimento e campanhas de conscientização junto aos motoristas e pedestres que trafegam na via. Quanto a presença da contenção lateral, os trechos que apresentam necessidade e não possuem a contenção são os trechos 03, 04 e 05. Para eles foi proposto a instalação das contenções, já que o relevo do local e a presença de edificações são variáveis muito mais complexas para correção. Já no que diz respeito aos pedestres, constatou-se nos trechos 02 e 12 a insuficiência de elementos necessários para travessia dos mesmos. Por isso, como medida mitigadora indicou-se a implantação de sinalização horizontal e pintura de faixas de pedestres para que sirvam de alerta ao condutor, além de inserção de

grades de proteção no canteiro central para que se exclua a possibilidade de travessia fora dos locais indicados pela sinalização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10697**: pesquisa de acidentes de trânsito. Rio de Janeiro, 1989.

AZEVEDO, R. **As principais causas de mortes no Brasil (e como evitá-las)**. São Paulo: Editora Abril, 2015. Disponível em <<http://exame.abril.com.br/brasil/as-principais-causas-de-mortes-no-brasil-e-como-evita-las/>>. Acesso em: 05 abr. 2017.

BERGAMASCHI, R. B. **A geografia dos acidentes de trânsito na Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) – ES, entre 2005 e 2013**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

DEPARTAMENTO ESTADUAL DE TRÂNSITO. **Relatório anual de estatística de trânsito – 2015**. Espírito Santo, 2016.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais**. Rio de Janeiro, 1999.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Urbanas**. Rio de Janeiro, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Estatísticas de Acidentes**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/rodovias/operacoes-rodoviaras/estatisticas-de-acidentes>>. Acesso em: 06 abr. 2017.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Frota Nacional (dezembro de 2016)**. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/index.php/estatistica/261-frota-2016>>. Acesso em: 06 abr. 2017.

FERRAZ, A.C.P.; et al. **Segurança Viária**. São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, 2012.

FILHO, G. P. **Estradas de Rodagem**: Projeto Geométrico. São Carlos: Universidade de São Paulo, 1998.

FILHO, G. P. **Projeto Geométrico de Rodovias**. 2.ed. Uberaba: Universidade de Uberaba, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Logística de Transportes no Brasil**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em:<<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias.html?view=noticia&id=1&idnoticia=2767&busca=1&t=ibge-mapeia-infraestrutura-transportes-brasil>>. Acesso em 05 abr. 2017.

LEE, S.H. **Introdução ao Projeto Geométrico de Rodovias**. Santa Catarina: Editora da Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

LIMA, I. M. O.; et al. **Fatores condicionantes da gravidade dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras**. Brasília, DF: IPEA, 2008.

MOHAMMED, H. The influence of road geometric design elements on highway safety. **International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)**, Iraq, vol. 04, july/aug. 2013. Disponível em: <<http://www.iaeme.com/ijciet.asp>> Acesso em: 05 abr. 2017.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. **Global Health Observatory Data Repository**, 2013. Disponível em: <<http://apps.who.int/gho/data/view.main.51310>>. Acesso em: 05 abr. 2017.

PAULA, M. E. B.; RÉGIO, M. **Investigação de acidentes de trânsito fatais**: Gerência de segurança no trânsito. São Paulo: Companhia de Engenharia de Tráfego, 2008.

POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL. **Balancos de atividades 2014**. Brasília, 2015.

SAMPEDRO, A.; CAMPOS, G. Avaliação e tratamento das características da infra-estrutura viária urbana que influenciam a segurança do tráfego. **Engenharia Civil**, Braga, v. 27, 2006.

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES METALGRÁFICAS DO AÇO SAE 1045 NOS PROCESSOS TÉRMICOS DE NORMALIZAÇÃO, REVENIMENTO E TÊMPERA

Gabryella Neres De Mori¹, Lorena Bertranda Cesconeti²

1. Graduanda de Engenharia Mecânica na Faculdade Brasileira.

2. Docente da Faculdade Brasileira.

RESUMO

Visando a melhoria das propriedades mecânicas do aço, os tratamentos térmicos possibilitam que o aço seja tratado de acordo com as especificações de aplicação necessárias. De forma bastante usual, o aço SAE 1045 é largamente aplicado em ferramentas, sendo um aço de boa usinabilidade. Sua composição química é de aproximadamente 0,45% de carbono e até 0,40% de silício, permitindo que seja um aço de fácil aplicação. Os tratamentos de têmpera, recozimento e normalização visam o aumento de dureza, alívio de tensões, aumento de ductilidade e usinabilidade. As micrografias correspondentes aos tratamentos térmicos são confirmadas, sendo martensita, perlita fina e grossa e ferrita. Pode-se apresentar, então, que o aço tratado correspondeu às expectativas sobre sua micrografia e também apresentou resultados que evidenciam o aumento significativo de dureza quando relacionados ao meio de resfriamento. A apresentação da micrografia e valores de dureza ainda mostram as características para as possíveis aplicações do material ensaiado.

Palavras chave: Aço. Tratamentos térmicos. Metalografia.

ABSTRACT

Looking for the improvement of mechanical properties of steel, thermal treatments enable that the steel can be treated according to the required specifications of application. SAE 1045 steel is widely used in tools, as it is a steel of good machinability. It is made up of 0.45% of carbon and up to 0.40% of silicon, being, because of that, a steel of easy application. The quenching, tempering and hardening treatments aim to increase the hardness, stress relieving, ductility, and machinability. The micrographs of these thermal treatments are confirmed being martensite, upper pearlite, and lower pearlite. It can be seen the treated steel corresponded to expectations about its micrograph, and it also showed results that demonstrated a significant increase of hardness when related to the ways of cooling. The presentation of the micrograph, and hardness values shows characteristics for the possible applications of the tested material yet.

Keywords: steel, heat treatment, metallography

INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos, a então era do aço chegou e bons resultados foram obtidos com seu uso: estruturas mais leves, mais possibilidades de ligas, aumentando assim a versatilidade do material. Através do bom uso do aço, o tratamento térmico é realizado com o objetivo de otimizar as características físicas e mecânicas do material para tal finalidade (Rios, Amaral e Souza, 2016).

Segundo Carvalho *et al* (2004) a melhor definição para tratamentos térmicos é que estes são processos das peças de metais e ligas, através da ação do calor, com o objetivo de modificar suas estruturas e propriedades. Essas propriedades podem ser para maior ductilidade, conformabilidade, usinabilidade, dureza e até mesmo o alívio das tensões provocadas pela conformação e aumento de dureza.

Os tratamentos térmicos podem ser classificados como os mais usuais, têmpera, revenido e recozimento (e normalização quando resfriado ao ar). Os tratamentos de têmpera proporcionam aumento da dureza, por exemplo, pois seu meio e velocidade de resfriamento

são bruscos, enquanto o tratamento de recozimento e normalização visam o alívio das tensões com um resfriamento mais lento (COLPAERT, 1975). Os principais agentes influenciadores do tratamento térmico são a velocidade e o meio de resfriamento, pois dentre os processos mais comuns como citados, as propriedades obtidas serão definidas pelo tipo de resfriamento como salmoura, água, ar ou no próprio forno e a velocidade que a peça levará para se resfriar por completo em algum dos meios observados.

O aço SAE 1045 possui sua aplicação muito ampla, encontrado em eixos de ventilador, bombas, fabricação de peças e como ferramentas de corte em processos de fabricação (Azevedo, 2002).

Neste estudo, o aço carbono SAE 1045 será o objeto em análise, cujas propriedades são de um aço médio carbono, em torno de 0,45%, contendo algumas ligas de manganês, silício, fósforo e uma pequena porcentagem de impureza como o enxofre. Portanto, o enfoque se dá inteiramente a caracterização do aço após os tratamentos térmicos, alcançando características mecânicas que são correlacionadas com o tipo de tratamento empregado. Tendo o interesse de aplicar os tratamentos e analisar o seu comportamento quando submetidos a esses processos, esta pesquisa tem a finalidade de proporcionar propriedades específicas do material, bem como a sua estrutura metalográfica, contribuindo para a apresentação dos processos de tratamento e a compreensão dos resultados obtidos por meio da análise das informações. Através da análise micrográfica e de dureza, é possível esperar por resultados significativos e objetivos quanto as características citadas, enfatizando melhorias de ductilidade, dureza, resistência mecânica, alívio de tensões e resistência à tração. Além disto, se espera por micrografias convenientes aos tratamentos em estudo, como a perlita fina, perlita grossa, ferrita e martensita, obtidas no aquecimento do aço acima da sua temperatura de austenitização, levando o material a possuir tais microestruturas a partir do seu meio de resfriamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

O material em análise é o aço SAE 1045, composto por 0,45% de carbono, 0,60 a 0,90% de Manganês e um máximo de 0,40% de silício, podendo ainda ser encontradas impurezas como o enxofre.

Para que as propriedades do aço pudessem ser caracterizadas, quatro amostras com tamanho aproximado de 10x15 mm do aço SAE 1045 foram levadas ao forno pré-aquecido e mantidas aquecidas até 950°C durante 30 minutos no forno para a homogeneização da microestrutura. Os tratamentos térmicos empregados neste estudo, necessitam que a estrutura cristalina do material seja uniforme e obtenham sua transformação para a austenita. O tempo de aquecimento e da transformação da estrutura para a austenita não podem ser ignorados, pois se forem executados de maneira errônea poderá levar à não satisfação dos resultados obtidos.

Na tabela 1 é possível observar a relação das amostras com os tratamentos empregados em cada uma.

Tabela 1 – Relação das amostras com o tratamento térmico

Amostra	Tratamento Térmico	Meio de resfriamento
1	Têmpera	Salmoura
2	Têmpera	Água
3	Normalização	Ar
4	Recozimento	Forno

Foram colocadas as quatro amostras, sendo aquecidas a uma temperatura de 950°C para a austenitização e mantidas durante 15 minutos dentro do forno, como na figura 1, para a homogeneização. Após o tempo esgotar, foram retiradas uma de cada vez. A primeira foi retirada e imersa em um banho de salmoura, retirada após 20 segundos. Esse mesmo procedimento foi realizado para a amostra de têmpera a água. Nas figuras 2 (a) e (b) é ilustrado os recipientes em que ocorreram o banho.



Figura 1 – Forno Sp Spencer®

Para a amostra de normalização, ela foi retirada do forno deixando que o resfriamento acontecesse pela temperatura ambiente, aproximadamente 23°C, como na figura 1. E a última, de recozimento, foi deixada no forno durante 72 horas para que o resfriamento ocorresse de forma lenta e gradativa, de acordo com a queda de temperatura dentro do forno.

Para garantir o melhor uso e efetividade nos procedimentos, é necessário que as faces da amostra estejam perfeitamente paralelas para então embutir as amostras em baquelite de maneira que possam ter maior área para manuseio do material. A figura 2 (a) ilustra o equipamento utilizado para o embutimento, que é a embutidora.



Figura 2 – (a) Embutidora Fortel Digital 40; (b) lixadeira manual; (c) politriz automática.

O equipamento ilustrado na figura 2 (a) tem a função de prensar a baquelite em 1700 lbf com a amostra, aumentar a temperatura até 150°C para derreter a baquelite em 12 minutos, sendo resfriada durante 8 minutos para gerar a peça embutida, de acordo com a figura 3.



Figura 3 – Amostra embutida

Objetivando a perfeita análise, as amostras passam por etapas de lixamento e polimento. O lixamento é realizado manualmente em uma lixadeira, mostrada na figura 2 (b), mudando a granulometria das lixas de acordo com a retirada de material da superfície, para que a rugosidade seja eliminada e ainda tenha uniformidade na superfície. Foram utilizadas lixas 100, 320, 600 e 1200.

A última etapa anterior a análise micrográfica é o polimento. Ele é responsável pelo acabamento do processo de lixamento proporcionando a real uniformidade da face do aço em análise. A politriz é um equipamento que possui um pano de feltro e movimento rotacional que pode ser observado na figura 2 (c), onde o abrasivo líquido é depositado neste pano e entra em contato com a amostra para polir. Para cada tipo de polimento é recomendado determinado abrasivo. Neste caso, a alumina é de 0,3 μ . Todas as etapas de preparação das amostras foram realizadas no Laboratório de Metalografia da faculdade Multivix Serra, sendo colocados os equipamentos citados até o momento à disposição para os devidos fins.

Desejando a melhor compreensão da microestrutura do aço, se faz o exame metalográfico, podendo ele ser preto e branco ou colorido, dependendo do ataque que o aço for submetido (VUROBI JUNIOR; CINTHO, 2006). Sendo esse estudo com caráter micrográfico, os aspectos internos das amostras são observados com ampliação de 200x.

É possível identificar as fases presentes na amostra, a granulação, o teor aproximado de carbono, bem como algumas inclusões no microscópio e para isso é necessário o uso de nital, para que as características sejam esclarecidas visualmente (Rohde, 2010). Este estudo contemplou o uso de uma substância composta de HNO_3 + Álcool etílico 70%, denotada como Nital 3%. O nital é um reagente ácido colocado em contato com a superfície por determinado tempo promovendo a sua corrosão, evidenciando os contornos de grão (Rohde, 2010).

Concluindo todas as etapas de preparação das amostras, o exame metalográfico pode ser realizado em um microscópio ótico, disposto de lente de aumento e banco de dados para que as imagens sejam colhidas. Neste estudo o microscópio utilizado foi o Nikon Eclipse MA200, como da figura 4, da Universidade Federal do Espírito Santo, sendo fornecidas as imagens em três diferentes tipos de ampliação, 100, 200 e 500 vezes.



Figura 4 – Microscópio Nikon Eclipse MA200

Definir as características mecânicas é necessário realizar as medidas de dureza em um durômetro (Ríos, Amaral e Souza, 2016). De modo a quantificar essa dureza obtida no material após todas as etapas, foi utilizado um durômetro universal da Arcelor Mittal, que foi cedido para tal medição. A figura 5 mostra o durômetro utilizado.



Figura 5 – Durômetro Universal

A amostra é colocada em uma superfície, como na figura 5, onde o penetrador sofre uma pré carga de 14 kgf na amostra e a partir desse momento que a dureza pôde ser quantificada. A princípio, todas as amostras utilizariam a escala Rockwell C com penetrador cone de diamante, mas foi necessário o uso de outra escala, a Rockwell B para atender as amostras com tratamentos de recozimento e normalização.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Depois que as amostras foram perfeitamente polidas e atacadas com Nital (3%), pode-se observar a sua microestrutura em um microscópio ótico. Para o tratamento de têmpera à salmoura e água é possível observar, na figura 6.

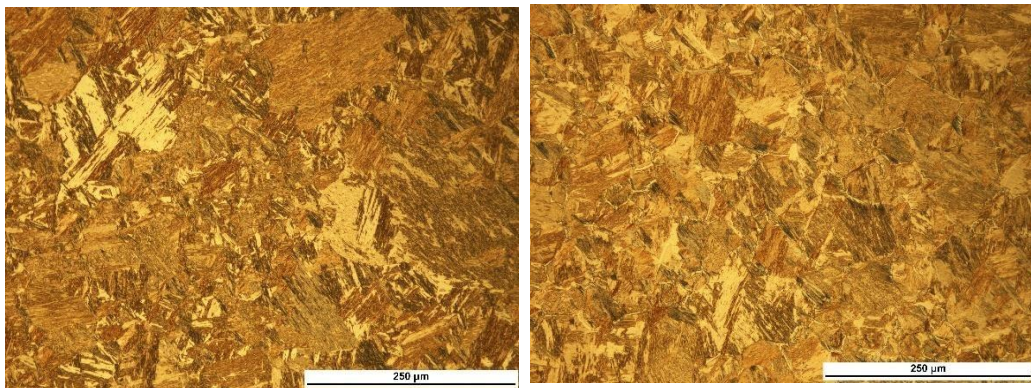


Figura 6 – (a) Têmpera à salmoura; (b) Têmpera à água, ambas ampliações de 200x.

A microestrutura martensítica com grãos mais alongados, semelhantes a agulhas, é evidente mediante o meio de resfriamento que as amostras na figura 6 foram submetidas. Essa estrutura martensítica se diferencia das estruturas apresentadas na figura 7, pois apresenta estrutura cristalina hexagonal e não cúbica de corpo centrado, respectivamente. Isso acontece, pois, a velocidade de resfriamento é rápida, provocando a supersaturação da estrutura austenítica encontrada no aço aquecido à 950°C. Estando de acordo com os parâmetros esperados inicialmente.

Analisando a figura 7, pode-se perceber uma semelhança no tipo de microestrutura, porém a perlita obtida varia pelo modo que resfriou. Na imagem (a) a perlita é fina e na imagem (b) a perlita obtida é grossa. Isso ocorre por conta do meio de resfriamento que o aço sofreu.

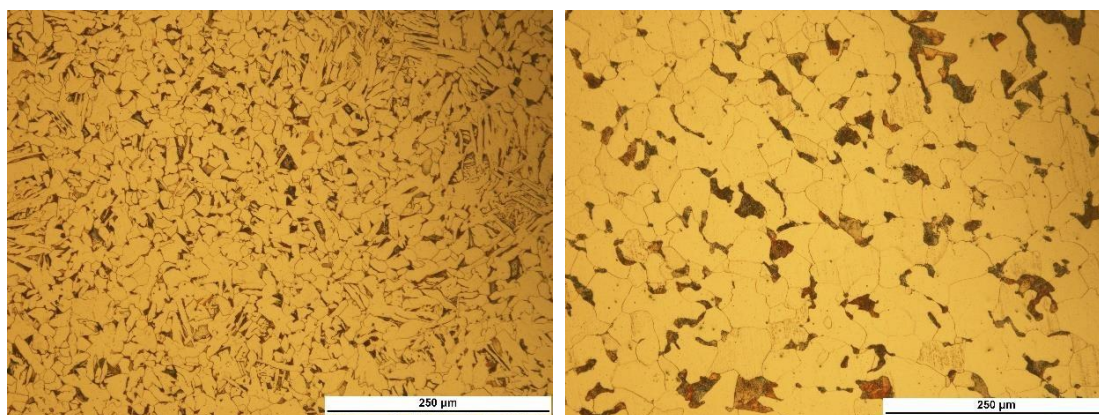


Figura 7 – (a) Normalização, ampliação de 200x; (b) Recozimento, ampliação de 200x.

Fonte: Próprio autor

Os grãos mais finos apresentados na amostra normalizada, na figura 7 (a), ocorre pela formação da perlita durante o resfriamento. Por este resfriamento ser mais rápido do que a amostra recozida na figura 7 (b), a quantidade de ferrita apresentada é maior, fazendo com que a perlita que se origina tenha sua característica mais laminar, sendo mais fina que a perlita obtida no recozimento. Todas essas características são esperadas e indicam que após os tratamentos, as amostras tenham boas propriedades mecânicas para sua aplicação.

Com a análise das imagens anteriores é possível ter uma noção de qual amostra terá mais dureza, resistência mecânica ou ductilidade. Porém, a quantificação no ensaio de dureza, na tabela 2, comprovara que a dureza, principalmente, diminui da têmpera a salmoura, têmpera a água, normalização para o recozimento, respectivamente.

Tabela 2 – Dureza das amostras tratadas Rockwell C

Tipo de tratamento	Teste 1 (HRC)	Teste 2 (HRC)	Teste 3 (HRC)
Têmpera à salmoura	38,9	40,7	41,2
Têmpera à água	36,6	40,6	40,7
Normalização *	1,4	-	-
Recozimento *	1,4	-	-

De acordo com o que foi mostrado na tabela anterior, as amostras que tiveram os tratamentos de recozimento e normalização não puderam ter sua dureza quantificada pelo método e tabela das durezas anteriormente testadas, Rockwell C. O motivo se dá pelo tipo do tratamento, sendo o seu meio de resfriamento menos brusco e levando ao material a obter propriedades mecânicas de mais usinabilidade, ductilidade e tensões aliviadas. Na escala da dureza Rockwell C, é desconsiderado os valores abaixo de 10 HRC e é submetido a uma nova escala, Rockwell B, permitindo a quantificação da dureza obtida por meio dos tratamentos térmicos.

Na tabela 3 é possível observar um alto valor de dureza Rockwell B, atendo aos valores de aceitação para a escala.

Tabela 3 – Dureza das amostras tratadas Rockwell B

Tipo de tratamento	Teste 1 (HRB)	Teste 2 (HRB)	Teste 3 (HRB)
Normalização	67,2	71,3	70,7
Recozimento	45,7	57,4	52

Já em uma outra escala, na tabela 3, se observa o elevado número na dureza HRB, sendo a amostra normalizada ainda mais dura do que a recozida, pois no recozimento o seu resfriamento foi significativamente mais lento do que na normalização, resfriada ao ar.

TABELA DE CONVERSÕES DE DUREZAS

Dureza Rockwell "C"	Dureza Brinell	Dureza Vickers	Dureza Rockwell "A"	Dureza Rockwell "B"	Dureza Rockwell "D"	Dureza Shore
HRC	HB	HV	HRA	HRB	HRD	HS
68	---	940	85,6	---	76,9	97
67	---	900	85,0	---	76,1	95
66	---	865	84,5	---	75,4	92
65	739	832	83,9	---	74,5	91
64	722	800	83,4	---	73,8	88
63	705	772	82,8	---	73,0	87
62	688	746	82,3	---	72,2	85
61	670	720	81,8	---	71,5	83
60	654	697	81,2	---	70,7	81
59	634	674	80,7	---	69,9	80
58	615	653	80,1	---	69,2	78
57	595	633	79,6	---	68,5	76
56	577	613	79,0	---	67,7	75
55	560	595	78,5	---	66,9	74
54	543	577	78,0	---	66,1	72
53	525	560	77,4	---	65,4	71
52	512	544	76,8	---	64,6	69
51	496	528	76,3	---	63,8	68
50	481	513	75,9	---	63,1	67
49	469	498	75,2	---	62,1	66
48	455	484	74,7	---	61,4	64
47	443	471	74,1	---	60,8	63
46	432	458	73,6	---	60,0	62
45	421	446	73,1	---	59,2	60

Figura 8 – Tabela de conversão de dureza

Fonte: Adaptada pelo próprio autor (METALURGICA VERA, 2011)

TABELA DE CONVERSÕES DE DUREZAS

Dureza Rockwell "C"	Dureza Brinell	Dureza Vickers	Dureza Rockwell "A"	Dureza Rockwell "B"	Dureza Rockwell "D"	Dureza Shore
HRC	HB	HV	HRA	HRB	HRD	HS
30	286	302	65,3	(105,5)	47,7	42
29	279	294	64,7	(104,5)	47,0	41
28	271	286	64,3	(104,0)	46,1	41
27	264	279	63,8	(103,0)	45,2	40
26	258	272	63,3	(102,5)	44,6	38
25	253	266	62,8	(101,5)	43,8	38
24	247	260	62,4	(101,0)	43,1	37
23	243	254	62,0	100,0	42,1	36
22	237	248	61,5	99,0	41,6	35
21	236	243	61,0	98,5	40,9	35
20	236	238	60,5	97,8	40,1	34
(18)	219	230	---	96,7	---	33
(16)	212	222	---	95,5	---	32
(14)	203	213	---	93,9	---	31
(12)	194	204	---	92,3	---	29
(10)	187	196	---	90,7	---	28

Figura 9 – Tabela de conversão de dureza

Fonte: Adaptada pelo próprio autor (METALURGICA VERA, 2011)

As figuras 8 e 9 apresentam o modo como as durezas são convertidas. Neste caso, as durezas de escala Rockwell C e B estão sendo observadas. Pode-se assim confirmar que os valores

obtidos durante os ensaios de dureza também podem ser confirmados. Para as amostras que obtiveram o valor de dureza na escala HRC inferior a 10, obtiveram sua dureza inferior a 90,7 HRB como indicado na conversão, figura 9, levando em consideração o valor mínimo considerado na escala de 10 HRC.

CONCLUSÃO

Após todas essas definições pode-se concluir que o aço ensaiado, aço 1045, correspondeu aos parâmetros esperados antes mesmo dos ensaios. Muito tem se destacado a respeito da mudança dos valores numéricos obtidos no ensaio de dureza no que diz respeito ao meio de resfriamento em que cada amostra foi submetida. Confirmou-se que, de acordo com as bibliografias, quanto mais o meio de resfriamento for brusco, maior será a dureza obtida no material. Para os valores de dureza menores, e até na outra escala apresentada na tabela 3, foram atendidas as expectativas de alívio de tensões, aumento da ductilidade, tenacidade, boa resistência a fratura e mecânica. Outro fator importante durante toda a pesquisa, foi o tempo que as amostras estavam expostas à determinado meio, onde evitou-se trincas (no caso da têmpera na água e salmoura) e no recozimento, que ficou em tempo hábil dentro do forno até ser resfriado por completo.

Quanto a micrografia, em todas as amostras foram obtidas micrografias correspondentes ao tipo de tratamento térmico empregado, classificando o tipo de grão de acordo com seu resfriamento após a consistência da austenita na etapa de aquecimento. As imagens mostram as características dos grãos, podendo ser de fácil identificação.

No ensaio de dureza realizado, pode-se observar que as amostras foram consistentes mediante seu meio de resfriamento. Cada amostra pode ter diferente aplicação pelas propriedades obtidas neste estudo.

Para as amostras temperadas, esse tipo de aço obtido pode ser empregado em peças automobilísticas que possuem característica de boa forjabilidade e para mancais, onde podem absorver parte das vibrações e apresentar boa resistência a fadiga e ao desgaste. Já as amostras recozidas e normalizadas, podem ser aplicadas em eixos de ventiladores, onde podem absorver parte das vibrações emitidas, propriedade oriunda desses tratamentos, e também em elementos de máquinas como parafusos, arruelas, porcas e etc.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Alessandra Gois Luciano de. **Avaliação da técnica da dupla camada da recuperação de peças de aço ABNT 1045**. 2002. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Ciência de Materiais, Engenharia Mecânica e Produção, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.

CARVALHO, Antônio Rogério Torres et al. ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA AGITAÇÃO E DA SEVERIDADE DE TÊMPERA DO MEIO DE RESFRIAMENTO NA DETERMINAÇÃO DE VELOCIDADES CRÍTICAS DE TÊMPERA. In: PROCEEDINGS OF THE 10TH BRAZILIAN CONGRESS OF THERMAL SCIENCES AND ENGINEERING, 10., 2004, Rio de Janeiro. **Proceeding**. Rio de Janeiro: Abcm, 2004. p. 1 - 9.

COLPAERT, H., **Metalografia dos Produtos Siderúrgicos Comuns**, 3ª. ed. São Paulo, Edgard Blucher, 1974.

METALÚRGICA VERA (São Paulo). **Tabela de Conversão de Durezas**. São Paulo: Metalúrgica Vera, 2011.

NIKON CORPORATION (Japan). **Inverted Metallurgical Microscopes Eclipse MA200 MA100N**. Tokio: Nikon Corporation, 2017. 7 p.

OLIVEIRA, Thiago Luiz Lara et al. EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO SOBRE TENSÕES RESIDUAIS EM PRODUTOS DE AÇO FORJADOS A FRIO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE FABRICAÇÃO, 6., 2011, Caxias do Sul. **Anais...**. Caxias do Sul: Cobef, 2011. p. 1 - 7.

RIOS, Carlos Triveño; AMARAL, Mariana P. do; SOUZA, Evellyn S.. INFLUÊNCIA DE TRATAMENTOS TÉRMICOS NA MICROESTRUTURA E PROPRIEDADES MECÂNICAS DO AÇO SAE 4140. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS DOS MATERIAIS, 22., 2016, Natal. **Anais**. Natal, Rn: Cbecimat, 2016. p. 5797 - 5808. ROHDE, Regis Almir. **Técnicas de metalografia**. Santo Angelo: Lemm, 2010. 30 p.

VUROBI JUNIOR, Selauco; CINTHO, Osvaldo Mitsuyuki. Técnicas metalográficas para caracterização microestrutural dos aços. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA DOS CAMPOS GERIAS, 2., 2006, Ponta Grossa. **Anais**. Ponta Grossa: Associação dos Engenheiros e Arquitetos de Ponta Grossa, 2006. p. 1 - 9.

APLICAÇÃO DO ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS EM UMA LAVANDERIA: DETERMINAÇÃO DO TEMPO PADRÃO E A CAPACIDADE PRODUTIVA

João Augusto Justino¹, Marcelli Caliaro Dias¹, Valéria da Cruz Ribeiro²

1. Acadêmicos do curso de Engenharia de Produção na Faculdade Brasileira – Multivix Vitória

2. Mestra em Engenharia Civil - Docente na Faculdade Brasileira – Multivix Vitória

RESUMO

Devido à alta exigência e competição no mercado global faz-se necessário reduzir os custos por meio do aperfeiçoamento no processo produtivo utilizando ferramentas que possibilitam o melhor método de trabalho, visando produtividade e custos. Um dos métodos utilizados para isso é o estudo de tempos e movimentos que por meio deste, determina-se o tempo padrão para as atividades do processo, ferramenta de medição para qualquer tipo de organização para a execução do tempo ideal para realização da atividade e através desse tempo é calculado a capacidade produtiva do produto, sendo essa, o máximo de tarefas de valor incluídas em delimitado período em que um processo pode executar sob circunstâncias normais. O presente artigo tem como objetivo geral identificar a capacidade produtiva de uma empresa, e seu objetivo específico é por meio dos estudos da engenharia de métodos, ETM, calcular o tempo padrão e capacidade produtiva da empresa propondo melhorias para ganho na produção. Por fim, pôde-se determinar a capacidade produtiva da empresa e por meio dela aumentar a oferta ao mercado do seu ramo.

Palavras-chaves: Estudo de tempos e movimentos. Tempo padrão. Capacidade Produtiva.

INTRODUÇÃO

A constante mudança no cenário global tem exigido cada vez mais a alta performance das empresas as tornando progressivamente competitivas. Mediante a isso, torna-se necessário reduzir os custos por meio do aperfeiçoamento no processo produtivo utilizando ferramentas que possibilitam o melhor método de trabalho, visando produtividade e redução de custos.

No século XX, com o propósito de aumento da eficiência operacional, Frederick W. Taylor, também conhecido como o Pai da Administração Científica, pensou em diversas técnicas que pudessem possibilitar o desenho do sistema, um seguimento de operações e procedimentos que mais se alcançava a solução ideal para a produção, e foi assim que surgiu o (ETM) Estudo de Tempos e Movimentos (BARNES, 2001).

O ETM tem como finalidade analisar a capacidade produtiva de uma empresa, contribuindo para sua eficiência através da determinação do tempo ideal para realização da atividade, padronizando-as, treinando os colaboradores da tarefa e como consequência a redução do tempo de trabalho e a otimização da produção (ARAUJO, 2016).

Para Barnes (2001) o ETM poderá ser empregado para definir o número padrão de tempo em que uma pessoa qualificada e com conhecimento deveria gastar para executar normalmente a sua atividade. Após isso, com a determinação do tempo padrão a empresa poderá utiliza-lo para o planejamento e programação da empresa, onde poderá estimar os custos e também auxiliar como estímulo salarial para os empregados.

Além disso, de acordo com Peinado e Graeml (2007), uma das técnicas essenciais para entender o gerenciamento das tarefas da produção é feita através do estudo do tempo padrão (TP), ferramenta de medição para qualquer tipo de organização. O cálculo do TP é realizado por meio de estudos estatísticos onde poderá ser aplicada para realização de programas de produção, cálculos de custo da mão-de-obra direta e a determinação da capacidade produtiva

da empresa. Sendo essa, segundo Slack et al. (2009), o máximo de tarefas de valor incluídas em delimitado período em que um processo pode executar sob circunstâncias normais. Conseguindo assim padrões para selecionar quais as reais deficiências do negócio para o planejamento da potencialização da produção.

O presente artigo tem como objetivo geral identificar a capacidade produtiva de uma empresa, e seu objetivo específico é por meio dos estudos da engenharia de métodos, ETM, calcular o tempo padrão e capacidade produtiva da empresa propondo melhorias para ganho na produção.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo de tempo foi iniciado por Taylor, a princípio a sua função foi na determinação de tempo-padrão e o estudo de movimentos, este foi elaborado pelo casal Gilbreth para a otimização na melhoria de métodos e processos.

Somente em 1930 que se iniciou o estudo com o objetivo de descobrir métodos melhores e mais simples de se executar tarefas. Seguiram-se então um período durante o qual os estudos de tempos e de movimentos foram usados conjuntamente, ambos se completando. Assim o termo “estudo de movimentos e tempos começa a ser reconhecido (BARNES, 2001).

Atualmente a finalidade do ETM é muito abrangente, porém com o intuito de determinar o método ideal ou o que mais se aproxima do ideal para ser usado na área de trabalho.

De acordo com Martins (2015), existem diferentes meios para realizar a medição dos tempos de produção e a sua escolha pode ser feita de acordo com os dados disponíveis, finalidade da medição entre outros.

Além disso, o autor informa que a medição dos tempos pode ser realizada por meio de cronômetro de hora centesimal, filmadora, folha de observação e prancheta para observação. Após isso, inicia-se as etapas para a determinação do TP onde este caracteriza o período em que um empregado indicado como padrão leva para realizar seu trabalho em ritmo normal, considerando as tolerâncias para suas necessidades e repouso à fadiga (BARNES, 2001).

Para que ocorra a sua medição, primeiramente recomenda-se o diálogo entre os envolvidos na execução da atividade, informando-os sobre o trabalho que será realizado, isso tendo como objetivo conseguir maior colaboração do operador do local. Além disso, o operador deverá ser treinado para seguir corretamente a atividade observada. Após isso, iniciam-se as etapas para determinação do tempo padrão (MARTINS, 2015).

A fim de determinar o TP, previamente deve-se fazer a apuração do tempo de cronometragem (TC), a avaliação da velocidade do operador (V), a apuração do tempo normal (TN) e os cálculos das tolerâncias (FT).

De acordo com Martins (2015) o TC é calculado através da média dos tempos cronometrados da atividade analisada. Para isso previamente faz-se necessário à cronometragem predecessora para obter os valores da amplitude da amostra (R) e a média da amostragem (\bar{X}), usar como erro relativo valores entre 5% e 10% e através da Tabela 1 obter os valores do coeficiente de distribuição padrão (Z), para maior grau de confiabilidade entre 90% a 95%, e para o coeficiente em função do número de cronometragem realizadas preliminarmente (d_2) usa-se valores de 2 a 10 mediante a Tabela 2.

Tabela 1 – Coeficiente de distribuição normal

Probabilidade	90%	91%	92%	93%	94%	95%	96%	97%	98%	99%
Z	1,65	1,70	1,75	1,81	1,88	1,96	2,05	2,17	2,33	2,58

Fonte: Peinado e Graeml (2007)

Tabela 2 – Número preliminar de cronometragem

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d2	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,970	3,078

Fonte: Peinado e Graeml (2007)

Após isso podemos determinar o número de ciclos a serem cronometrados (número de amostragem) é realizado através da expressão do intervalo de confiança:

$$n = \left(\frac{Z \times R}{Er \times d2 \times X} \right)^2 \quad (1)$$

Onde:

n = número de ciclos a serem cronometrados

Z = coeficiente de distribuição padrão

R = amplitude da amostra

Er = erro relativo

\bar{X} = média da amostragem

$d2$ = coeficiente em função do número de cronometragem realizadas preliminarmente

Após todos os cálculos precedentes pode-se determinar o TC através da fórmula:

$$TC = \frac{X1 + X2 + \dots + Xn}{n} \quad (2)$$

Sendo:

TC = tempo cronometrado na n ésima medição

n = número de cronometragem

Após o cálculo do TC é efetuado a velocidade do operador (V), onde esse tem como função avaliar a velocidade do operador ao executar a atividade em estudo. Um dos métodos mais utilizado é a distribuição de cartas do baralho com 52 cartas. Neste o operador distribui as cartas harmonicamente em cima de uma fórmica. Isso é feito por cinco vezes, sendo todas cronometradas. Após isso, calcula-se a média dos cinco testes, e calcula-se o V através da equação:

$$V = \frac{30}{Mm} \quad (3)$$

Sendo:

V = avaliação da velocidade do operador

Mm = média dos tempos cronometrados

Através dos dados do TC e V é determinado o TN, este segundo Barnes (2001) relata que o TN é o tempo essencial em que o operador apto e treinado execute o procedimento em seu

ritmo normal, ele é calculado através da fórmula:

$$TN = TC \times V \quad (4)$$

Onde:

TN = tempo normal;

TC = tempo médio ou tempo cronometrado;

V = velocidade do operador ou fator de ritmo.

Uma outra variável importante para a determinação do TP é a computação do Fator de tolerância (FT), este de conforme cita Martins (2015), nenhuma pessoa é capaz de trabalhar sem interrupção, isso é devido a necessidades pessoais e descanso para o alívio a fadiga ao trabalho.

Em geral. É adotado uma tolerância que pode variar entre 15% e 20% do tempo de trabalho (fator entre 1,15 e 1,20) para ambiente normal.

Além disso, o FT poderá ser determinado em função dos tempos em que a empresa disponibilizará, podendo ser calculada através da fórmula:

$$FT = \frac{1}{1 - P} \quad (5)$$

Para o cálculo do tempo ocioso (P)

$$P = \frac{T_{\text{permissivo}}}{T_{\text{trabalhado}}} \quad (6)$$

Onde:

FT = fator de tolerância

P = tempo ocioso

$T_{\text{permissivo}}$ = tempo de intervalo

$T_{\text{trabalhado}}$ = tempo de trabalho

Finalmente, após todas as variáveis necessárias, poderão determinar o TP, este é calculado através da multiplicação do TN com o FT, isso para equilibrar o período que o funcionário de fato não trabalha. O cálculo é feito utilizando-se a Fórmula:

$$TP = TN \times FT \quad (7)$$

Onde:

TP = tempo padrão

TN = tempo Normal

FT = fator de Tolerância

Através desse pode-se calcular a capacidade produtiva (CP) da empresa, este para Martins (2015) é a medida máxima de atividades de grandeza adicionado em um período/tempo estipulado sobre condições regular do processo.

O mesmo pode ser calculado pela Fórmula:

$$CP = \frac{HT \text{ diário}}{TP} \times N \text{ funcionários}$$

(8)

CP = capacidade produtiva

HT diário = horas trabalhadas ao dia

TP = tempo padrão

N funcionários = número de funcionários


























































Como meios de instrumentos para entendimento do cenário da empresa em estudo, pode-se aplicar o Mapofluxograma, este de acordo com Rebouças (2009) é a apresentação da deslocação física de um objeto através de estruturas dispostos em espaço físico de uma seção produtiva seguindo um seguimento de operação já preestabelecida. Logo, a análise de um processo indica uma série de informações, que otimizadas em conjunto possibilitam uma informação mais detalhada de prováveis imprevistos detectando suas causas e sugerindo melhorias. Seu objetivo é pôr em prática os estudos de acordo com o arranjo físico de onde estão sendo realizados os processos produtivos.

ESTUDO DE CASO

A empresa estudada trata-se da lavanderia Alpha, nome fictício para a empresa devido a preservação dos dados da empresa, que tem como principal cliente os hospitais da grande Vitória/ES, para a prestação de serviço de higienização e locação de enxoval. O processo de higienização é realizado em sequência de lavagem, secagem e dobragem, sendo que toda solicitação é realizada por base de peso sujo (kg) recebido.

Antes de passar pelo setor de dobragem as peças transitam pelos processos de lavagem onde é feita a higienização por meio de lavadoras-extratoras e pelo setor de secagem que é realizada em alta temperatura e seu acabamento realizado em calandras, conforme a Figura 1.

Figura1 – Mapofluxograma do processo

GRAFICO DO FLUXO DO PROCESSO						
SÍMBOLOS		Análise ou Operação	T o t a i s	8	Rotina	Atual
		Transporte		2	Setor	Dobra
		Inspeção		1	Revisado	Marcelo
		Espera		1	Aprovador	Paulo
		Armazenamento		1	Data	15/05/2017
Ordem	Símbolos			Descrição de passos		
1					Chegada do Enxoval Sujo vindo do cliente	
2					Separação por grau de sujidade	
3					Lavagem	
4					Secagem	
5					Descarregamento no carrinho	
6					Triagem	
7					Relavagem	
8					Dobra Manual	
9					Empilhamento	
10					Ensacar	
11					Expedição	
12					Estoque/Rota	
13					Envio ao Cliente	

Fonte: Autores 2017

O processo escolhido para o estudo de caso foi o setor de dobragem, isso por ser a única etapa executada de forma manual. A dobragem possui 33 funcionários para o andamento desta atividade onde é realizada por 18 h/dia por dois turnos que funcionam em todos os dias da semana.

De acordo com informações do setor comercial da empresa, em 2017 houve aumento significativo na procura pelo serviço de lavanderia, porém devido ao receio de não conseguir operar com qualidade e confiabilidade, não foi ofertado o serviço, isso devido aos dados de demanda do produto serem baseados na produtividade, e não na capacidade produtiva. Contudo, a falta de utilização de ferramentas na gestão da empresa é um dos pontos mais críticos, pois não existem planejamento, nem dimensão de qual a capacidade da empresa de se expandir e aperfeiçoar seus custos.

Uma das dificuldades que afeta a empresa, é devido aos colaboradores não serem capacitados para verificar e obter informações para análises e resolução de parâmetros para realizar plano de ação para otimizar e ajustar os problemas. Tendo em vista que após alguns questionamentos como “qual a capacidade máxima que a planta suporta”, “qual o tempo padrão ou gasto por cada operador”, “essa tarefa é possível realizar em outro método”, “todo processo é realizado da forma mais otimizada”, não foram capazes de informar, pois não são de importância para a empresa. Nesse sentido, com a observação das atividades, constatou-se que era necessária a utilização do ETM como mostra nos resultados a seguir.

RESULTADOS

No seguimento de coleta de dados foram realizadas sete cronometragens preliminares, com propósito de identificar a média da amostragem (\bar{X} , este para aplicação na determinação do número de ciclos a serem cronometrados (n), Fórmula (1) de acordo com o autor Martins (2015), onde determina a quantidade mínima de cronometragens para cálculo do tempo padrão.

Tabela 3 – Cronometragem preliminares

Seguimento	Cronometragem (Kg/hh)							Média	Amplitude
	Cr1	Cr2	Cr3	Cr4	Cr5	Cr6	Cr7		
Hospitalar	23,20	22,50	22,40	22,70	21,80	22,40	23,10	22,59	1,40

Fonte: Autores (2017)

Para a resolução do cálculo de (n), foi considerado como nível segurança de 95% ($Z = 1,96$), conforme a tabela de coeficiente de distribuição normal (Tabela 1), com uma margem de erro de 5%, e como coeficiente em função do número de cronometragem realizadas preliminarmente de $N= 7$ ($d2= 2,704$), de acordo com a tabela de número preliminar de cronometragem (Tabela 2).

Tabela 4 – Valores aplicados para o cálculo do número de cronometragem

Seguimento	Z	R	Er	d2	X
Hospitalar	1,96	1,40	0,05	2,704	22,59

Fonte: Autores (2017)

$$n = \left(\frac{1,96 \times 1,40}{0,05 \times 22,59} \right)^2 = 0,81 \cong 1 \text{ Cronometragem}$$

Após a determinação do número de ciclos foram coletados uma nova amostra de uma cronometragem para o cálculo do tempo cronometrado (TC) e a velocidade do operador. O tempo cronometrado foi definido por meio da Fórmula (2) e a velocidade do operador pela fórmula (3).

Tabela 5 – Tempos cronometrados para cálculo do TC e V

Cronometragem (Kg/hh)	
Operadores Padrão	Cr1
Operador 1	22,40
Operador 2	22,70
Operador 3	22,40
Operador 4	22,80
Média dos tempos (TC)	22,58
V (%)	1,33

Fonte: Autores (2017)

Após a determinação do TC e V foi determinado o cálculo para o tempo normal (TN) por meio da Fórmula 4.

$$TN = 22,58 \times 1,33 = 20,09 \cong 20 \text{ kg/hh}$$

Para o cálculo do tempo padrão faz-se necessário a definição do fator de tolerância no qual é executado através primeiramente a fórmula 6 e conseguinte a fórmula 5.

Considerando a de tolerância da lavanderia de 15 minutos para necessidades pessoais no meio do dia e 60 minutos para almoço, totalizando 75 minutos.

$$P = \frac{1,25}{9} = 0,14 \text{ hora}$$

$$FT = \frac{1}{1-0,14} = 1,16 \text{ horas}$$

Após todos esses cálculos faz-se possível a determinação do TP onde é baseado no cálculo da Fórmula 7:

$$TP = 20 \times 1,16 = 23,33 \text{kg/hh}$$

Com base nos dados da empresa de 18 horas trabalhadas ao dia (HT) e com 33 funcionários ao dia e com o tempo padrão, torna-se possível a determinação da CP através da fórmula 8.

$$CP = \frac{18}{23,73} \times 33 = 25,46 \text{kg/hh}$$

Atualmente a empresa estudada oferta o seu serviço baseando-se na produtividade mensal, sendo hoje de 210 toneladas, e com isso consegue-se faturar aproximadamente R\$ 682.500 ao mês.

Diante dos resultados obtidos por meio da aplicação da engenharia de métodos, nota-se que a empresa poderá ter ganho de 8% na produção, visto que o mercado demanda por este serviço, vide Tabela 6.

Tabela 6 – Análise da produtividade x capacidade produtiva.

	Demanda Diária	Custo	Demand Mensal	R\$
	(kg)	(R\$/kg)	(kg)	
Produtividade Atual	7000	3,25	210000	682500
Produtividade com proposta de melhoria	7562	3,25	226849	737258
Ganho	562		16849	54758

Para alcançar tais ganhos recomenda-se que a empresa atue da seguinte forma:

- Estudar o melhor método de dobragem para cada tipo de material, visando a diminuição do tempo da tarefa e padronizá-lo;
- Após isso, aplicar a curva de aprendizado para diminuir o tempo de execução da tarefa;
- Estudar o turno com maior demanda e realocar os colaboradores onde esse está em alta.
- Recomendar que nos intervalos os funcionários façam alongamento do corpo, isso visando em futuros afastamento dos mesmos, melhor ergonomia;
- Contratação de funcionários na área de engenharia de produção, com o objetivo de capacitar novos colaboradores e facilitar na resolução dos problemas.

Além disso, sugere-se a implantação de ferramentas para ganho de produção, tais como:

- Aplicação da TPM (Manutenção Produtiva Total), este para manter a boa prática de manutenção nos equipamentos evitando perdas, e como consequência a produção em alta;
- Aplicação de quadro Homem/Hora, para desenvolver estudos e análises de resultados para informar a produtividade hora/hora.
- Aplicação de *softwares* de PO (Pesquisa Operacional) para desenvolver métodos, visando maximizar a utilização dos equipamentos e recursos, e redução de desperdícios de produtos;
- Aplicação do 5S visando eliminar o que não é necessário, deixando o ambiente organizado e limpo, mantendo sempre a ordem e a limpeza, e que otimize o engajamento e o valor em sustentar os padrões.
- E por último, visando em manter-se no mercado, sugerimos a aplicação como indicador o OTIF (*ON TIME, IN FULL*) focando na qualidade da entrega do produto, aumentando a satisfação do cliente.

CONCLUSÃO

De acordo com a competitividade atual, em que as empresas precisam desempenhar bem suas tarefas para conquistar sua preferência no mercado, faz mais do que viável, realizar observações diretas e o acompanhamento de cada operação, com o objetivo de se obter o controle da produtividade por meio de dados e informações obtidas pelas técnicas de cronoanálise (tempo de execução do processo da instituição).

Conclui-se a partir do presente trabalho que com a utilização da Engenharia de Métodos e de tempos e movimentos é possível explorar, analisar e detectar falhas e gargalos em linhas de produção, com precisão de cálculos e análises de movimentos, avaliação dos operários conforme métodos estudados na bibliografia utilizada, conferindo precisão e resultados confiáveis para realização de mudanças significativas.

Com o uso adequado de toda sua capacidade proporciona a empresa vantagens significativas, onde possibilitou o gerenciamento da capacidade e melhorias que podem ser implantadas para otimização do processo, tornando-o mais ágil. Analisando o destaque no mercado competitivo agora obtendo sua capacidade produtiva real e visando aumentar a produtividade e a rentabilidade que é vital para as organizações.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos professores engenheiros de produção Alessandro Lyrio de Vasconcelos e Tullio Rocio Pitanga e a professora de Estatística Valeria Cruz pelo apoio a esta pesquisa. Agradecemos a todo o corpo docente de Engenharia de Produção pelo conhecimento e experiência compartilhados que nos serviram de base para a conclusão da graduação.

REFERÊNCIAS

PARANHOS, ALEXANDRE. **Fatores que interferem na Produtividade**: Uma análise comparada de quatro unidades de diferentes países de uma mesma transacional. UFRJ, 2008.

BARNES, RALPH M. **Estudo de movimentos e de tempos**: projeto e medida do trabalho. 6 ed. americana. São Paulo: E. Blücher, 2001.

MARTINS, PETRÔNIO G.; LAUGENI, FERNANDO P. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 2015.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção**: operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção e operações**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

ARAÚJO, L.C.G.de. **Organizações, sistema e métodos e as novas tecnologias de gestão organizacional**. v. 02 – São Paulo. Atlas, 2016.

REBOUÇAS, Djalma de Pinho. **Sistemas, organização e métodos**: uma abordagem gerencial. São Paulo. Atlas, 2009.

MELHORIA NO PROCESSO DE PREVISÃO DE DEMANDA EM UMA REDE SUPERMERCADISTA

Heonio Alves de Souza Leão¹; Maike Moreira Alves Soares¹ Tullio Rocio Pitanga²

1. Acadêmico de Engenharia de Produção na Faculdade Brasileira – Multivix Vitória

2. Engenheiro de Produção Especialista em Docência no Ensino Superior

RESUMO

Realizar previsões de demanda é a base para um bom planejamento das organizações, sendo que essas previsões possibilitam que as empresas se antecipem aos cenários futuros do mercado, e com isso estejam preparados. Diante disso, o presente artigo visa demonstrar como a previsão de demanda pode auxiliar no planejamento de compras dentro de uma rede supermercadista. A falta de um adequado planejamento tem causado sérios problemas a empresa, sendo os principais abordados pelo estudo, a perda de vendas por falta de produtos em estoque e os elevados custos de manutenção de estoque por falta de uma demanda bem planejada. A fim de se resolver esses problemas serão utilizadas técnicas estatísticas de previsão de demanda com o objetivo de auxiliar no planejamento de compras. O passo inicial é o levantamento do histórico de vendas dos últimos três anos da empresa, para observar como se comporta os dados ao longo do tempo, a fim de determinar quais métodos de previsão de demanda serão utilizados. Após isso, será aplicada uma técnica para definir qual dos métodos escolhidos é o melhor para prever a demanda futura. Com isso, a demanda será prevista e um comparativo será realizado entre os valores previstos e as vendas realizadas no ano de 2017, para determinar a viabilidade para a implantação da previsão de demanda.

Palavras Chave: Rede supermercadista. Planejamento de compras. Previsão de demanda.

INTRODUÇÃO

Toda organização precisa, de alguma forma, saber dimensionar sua capacidade de modo que estas se encaixem perfeitamente com as demandas, evitando assim a falta de produtos para atender o mercado. O papel das previsões, entre elas a previsão de demanda, é fornecer base para o planejamento estratégico da organização. Os planos de capacidade, vendas, fluxo de caixa, estoques e compras são todos baseados na previsão de demanda. A previsão de demanda permite que os administradores destas organizações antecipem o futuro e planejem de forma mais conveniente suas ações (TUBINO, 2000).

A previsão de demanda e a administração de estoques possuem a tarefa de diminuir os custos de estoques e ao mesmo tempo manter o nível de serviço em um elevado nível dentro da organização. No modelo de gestão atual da rede supermercadista, o planejamento de compras se baseia em poucas técnicas qualitativas. Atualmente as compras são realizadas de acordo com o período do mês e ofertas de mercado, sem maiores preocupações com a gestão de vendas. Em decorrência da falta de adequado planejamento de comprar, surgem diversos problemas, sendo os principais abordados, a falta de um adequado fluxo de caixa e uma má gestão de estoque.

Diante do exposto acima, o presente trabalho tem como principal objetivo utilizar as técnicas de previsão de demanda para uma melhor gestão de estoque da rede supermercadista, evitando perda de vendas por falta de produtos e elevados níveis de estoque. Atualmente a rede supermercadista trabalha com os mais variados tipos de produtos do setor, por conta desse enorme leque de produtos se torna inviável fazer a previsão de todos. Para critério de escolha do produto que terá a demanda prevista, será utilizada a técnica de Diagrama de Pareto, a fim de se identificar aquele que gera maior receita para a rede supermercadista. Após

a escolha do produto, será realizado o levantamento de seu histórico de vendas mês a mês, entre os períodos de janeiro de 2014 até dezembro de 2016. Após a fase do levantamento de dados, será observado o comportamento das demandas passadas para determinar a existência tendência, sazonalidade, média ou ciclo. Com posse dessas informações, será aplicado o melhor método de previsão. Após a escolha do método, será realizado um comparativo entre demanda prevista com as vendas realizadas ao longo do ano de 2017, para verificar a eficácia das técnicas de previsão e suas vantagens de aplicação.

PREVISÃO DE DEMANDA

As previsões de demanda de produtos e serviços auxiliam as tomadas de decisões fornecendo as informações básicas para planejamento e controle de todas as áreas funcionais das organizações, incluindo logística, marketing, produção e finanças. (BALLOU, 2001). Segundo Lindberg e Zackrisson (1991), os quatro maiores problemas associados com o uso de previsões no apoio à tomada de decisões são: (i) a incerteza sobre o futuro, a qual está conectada ao grau de precisão da previsão; (ii) a escolha do método aplicado para gerar a previsão; (iii) a qualidade e confiabilidade do conjunto de dados de entrada do método; e (iv) a interpretação correta da previsão, ou seja, a maneira como serão utilizadas as previsões na tomada de decisão. O papel da previsão de demanda é apontar e avaliar incertezas e riscos. Deve-se sempre ter em mente que a incerteza não pode ser eliminada, e conseqüentemente, o futuro pode sempre mudar e ser diferente do previsto (MAKRIDAKIS, 1988).

Segundo Slack (2007), um modelo de previsão de demanda se divide em cinco etapas sendo elas:

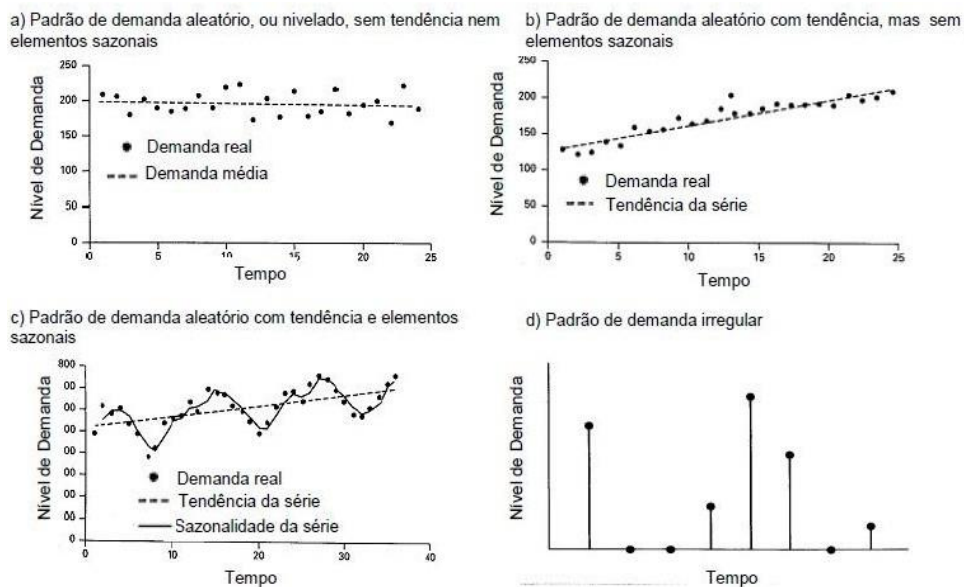
- (i) Objetivo do modelo: etapa onde se determina qual produto ou família de produtos está se fazendo a previsão, qual a precisão da previsão e em quais recursos (SLACK, 2007).
- (ii) Coleta e análise dos dados: etapa onde serão coletados os dados históricos das vendas passadas e serão feitas as análises do comportamento da demanda passada. (SLACK, 2007).
- (iii) Seleção da técnica de previsão mais adequada: escolha do método de previsão de acordo com o comportamento da demanda histórica. (SLACK, 2007).
- (iv) Cálculo da previsão de demanda: realização do cálculo das previsões através do método escolhido. (SLACK, 2007).
- (v) Monitoramento e atualização dos parâmetros com base nos erros de previsão: as demandas podem sofrer variações ao longo do tempo, por esse fator o método de previsão de demanda usado atualmente pode não ser o melhor depois de algum tempo. É sempre necessário ser feitas verificações a fim de se identificar o melhor método para prever a demanda. (SLACK, 2007).

As técnicas de previsão de demanda são divididas em dois grupos sendo as técnicas qualitativas e as técnicas quantitativas. As técnicas qualitativas se baseiam principalmente em dados subjetivos, sendo baseadas nas opiniões de pessoas experientes dentro das organizações. Dias (1993) afirma que as previsões são baseadas nas opiniões de gerentes e compradores ou pesquisas de mercado. Já Tubino (2000) afirma que as técnicas de previsão qualitativas são mais utilizadas quando não há tempo de coletar e analisar os dados de demandas anteriores ou quando não existem demandas anteriores. As técnicas quantitativas se baseiam na análise dos dados de demandas passadas, com objetividade e empregando modelos estatísticos para a projeção da demanda futura.

As técnicas quantitativas se dividem em duas categorias, as 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 relacionam as mesmas com outras variáveis cuja evolução é conhecida ou previsível (TUBINO, 2000).

Os padrões de demanda são resultados da variação da demanda com o tempo, ou seja, do crescimento ou declínio de taxas de demanda, sazonalidades e flutuações gerais causadas por diversos fatores (BALLOU, 2001). Os padrões de demanda podem ser decompostos em cinco componentes (MENTZER; GOMES, 1989; MAKRIDAKIS et al., 1998): (i) demanda média para o período (nível); (ii) tendência; (iii) sazonalidade; (iv) fatores cíclicos (ciclos de negócios ou ciclos de vida de serviços ou produtos); e (v) variação aleatória (erro aleatório), conforme a figura 1.



Tipos de demanda. Fonte: BALLOU, 2001.

MODELOS DE PREVISÃO

EXTRAPOLAÇÃO

Técnicas estatísticas de extrapolação são baseadas na consideração que o padrão existente na série histórica irá continuar no futuro. Esta consideração é mais correta para horizontes de curto prazo, por isso estas técnicas oferecem geralmente previsões acuradas para um futuro imediato, a não ser que o padrão dos dados seja extraordinariamente estável. (CHAMBERS et al., 1971; ARMSTRONG, 2001).

Nas previsões de demanda de curto prazo, com mudanças rápidas na demanda e com necessidade de um grande número de previsões frequentes, os métodos FMTS (*Fixed Model Time Series*), podem ser efetivamente utilizados, pois são métodos simples, de baixo custo e de fácil entendimento. Os métodos FMTS têm equações fixas que são usadas sob considerações que certos componentes do padrão de demanda existem ou não na série temporal. Os métodos de Média Móvel e de Suavização Exponencial são métodos FMTS (MENTZER; GOMES, 1989).

MÉDIA MÓVEL SIMPLES

O método da Média Móvel Simples é amplamente utilizado pela sua facilidade de

implementação e manutenção e pela necessidade de poucos dados históricos para a sua aplicação. Entretanto este método é apropriado somente para previsões de curto prazo e para dados históricos irregulares, onde o padrão da série temporal não apresenta tendência e sazonalidade (MAKRIDAKIS et al., 1998). A Média Móvel Simples oferece uma técnica simples de suavização exponencial de séries temporais, calculando uma média aritmética das n observações mais recentes da série, sempre desprezando a observação mais antiga e incluindo a observação mais recente (CHAMBERS et al., 1971; ARCHER, 1980; MAKRIDAKIS et al., 1998), como demonstrado na figura 2.

As desvantagens deste método de previsão estão relacionadas ao fato do método não trabalhar muito bem com séries com tendência e sazonalidade, pois a previsão para um novo período envolve sempre a adição de novos dados e a desconsideração de dados anteriores (MAKRIDAKIS et al., 1998; DAVIS et al., 2001).

$$MMS_{t+1} = \frac{\sum_{i=t+1-n}^t A_i}{n}$$

Onde:

MMS_{t+1} = Média móvel simples no final do período t (pode ser usado como uma previsão para o período $t + 1$)

A_i = Procura actual no período i

n = Número de períodos incluídos em cada média

Figura 2: Formula Média Móvel Simples. Fonte: DELURGIO, 1998, p. 148.

MÉDIA MÓVEL PONDERADA

O modelo de previsão de demanda pela média móvel ponderada é uma variação da média móvel simples, que também deve ser aplicado apenas para demandas que não apresentem nem tendência, nem sazonalidade. A diferença entre este modelo e o da média móvel simples é que agora se considera um peso maior para o último período de demanda, um peso ligeiramente menor para o penúltimo período e assim por diante até o último período que se vá utilizar para a estimativa. Em outras palavras, os valores da demanda dos períodos mais próximos, são considerados mais importantes, na definição da estimativa que os períodos mais distantes. Normalmente se utiliza a soma dos pesos igual a um, para que não seja necessário dividir o resultado pela soma dos pesos. Quanto maiores os pesos atribuídos aos últimos períodos, maior será sua influência na previsão da demanda. (PEINADO; GRAEML, 2004). A desvantagem na utilização da média móvel ponderada é a necessidade de conhecimento para determinar os pesos a serem utilizados (DAVIS et al., 2001). A fórmula média móvel ponderada está expressa na figura 3.

$$P_j = (D_1 \times PE_1) + (D_2 \times PE_2) + (D_3 \times PE_3) + \dots + (D_n \times PE_n)$$

$$\text{sendo } PE_1 + PE_2 + PE_3 + \dots + PE_n = 1$$

onde: P_j = previsão para o período j

PE_i = peso atribuído ao período i

D_i = demanda do período i

Figura 3: Fórmula Média Móvel Ponderada. Fonte: PEINADO; GRAEML, 2004.

SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL

O método de Suavização Exponencial aplica uma média ponderada nas observações de uma série temporal. Os pesos aplicados no método são determinados em progressão geométrica, com pesos maiores dados as informações mais recentes, isto é, dados mais antigos têm pesos menores (ARCHER, 1980). As maiores vantagens dos métodos de suavização são sua simplicidade e baixo custo. Quando há a necessidade de previsão de milhares de itens, como no caso de sistemas de controle de estoque, os métodos de suavização são geralmente os únicos métodos de previsão com rapidez suficiente para geração de resultados para um sistema de previsão de demanda eficaz (MAKRIDAKIS et al., 1998).

O método obtém a previsão para um período futuro, ajustando a previsão do período atual com o erro de previsão. A previsão do período $t+1$ é igual à previsão do período t mais o ajuste para o erro que ocorreu na previsão do período t , conforme apresentado na equação (1). A forma geral do método de Suavização Exponencial Simples é apresentada na equação (2) onde é alocado um parâmetro de suavização α aos valores mais recentes Y_t , e um peso $1-\alpha$ para as previsões mais recentes (MAKRIDAKIS; WHEELWRIGHT; HYNDMAN, 1998). A forma expandida da equação (2) é apresentada na equação (3), onde a previsão está expressa em função de todos os dados da série temporal (WINTERS, 1960). Todas essas equações são apresentadas na figura 4.

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(Y_t - F_t) \quad (1)$$

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha)F_t \quad (2)$$

$$F_{t+1} = \alpha \sum_{i=0}^n (1 - \alpha)^i Y_{t-i} + (1 - \alpha)^t F_1 \quad (3)$$

Figura 4: Formulas para a aplicação da suavização exponencial. Fonte: WINTERS, 1960.

Onde F_{t+1} é a previsão para o período $t+1$, F_t é a previsão para o período t , Y_t é a demanda realizada no período t , n é o tamanho da série temporal e α é a constante de suavização com valor entre 0 e 1.

Quanto mais próximo de 1 o valor de α maior o ajuste do erro na previsão anterior, ou seja, o modelo enfatiza demandas recentes, e é mais sensível a mudanças. Quanto mais próximo de 0 o valor de α , menor o ajuste, ou seja, o modelo trata as demandas históricas mais uniformemente e gera previsões mais estáveis (MAKRIDAKIS; WHEELWRIGHT; HYNDMAN, 1998).

Para inicializar o método é necessário o valor de F_1 . Pode-se proceder de duas maneiras: considerar F_1 igual a Y_1 ; ou utilizar um valor obtido com a média das primeiras observações da série temporal. Um problema do método é a escolha de um α ótimo, isto pode ser feito através da minimização de erros. (MAKRIDAKIS; WHEELWRIGHT; HYNDMAN, 1998).

ESCOLHA DO MÉTODO DE PREVISÃO

Devem-se privilegiar técnicas quantitativas e simples com poucas variáveis e relações simples entre elas, pois estas tendem a serem menos tendenciosas, fazem uso mais eficiente dos

dados, ajudam no entendimento e aceitabilidade do método, reduzem erros e custos. Métodos simples também são utilizados quando a incerteza é grande e poucos dados são úteis. Métodos mais complexos só devem ser utilizados quando houver evidências para utilização destes métodos, pois podem incluir erros que se propagam através do sistema de previsão ou que são difíceis de detectar (ARMSTRONG, 2001).

A escolha do modelo mais apropriado é feita a partir do somatório dos erros gerados por cada modelo ($e = z - z^{\wedge}$) Onde “e” é o erro da previsão, “z” é o valor observado e “z^” é o valor previsto. Uma vez que o cálculo dos erros pode resultar em valores positivos e negativos, zerando assim, o seu somatório, diferentes formas de cálculo para o somatório dos erros podem ser empregadas. Estas diferentes formas de cálculo constituem-se em critérios para escolha de modelos mais apropriados a séries temporais e estão expostos na figura 5. Assim, usando um dos critérios de cálculo, o modelo adequado será aquele que tiver o menor erro associado (KAHN, 1998).

$$\text{Média do quadrado dos erros (MQE)} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2,$$

$$\text{Média absoluta dos erros (MAE)} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |e_t|,$$

$$\text{Média absoluta percentual dos erros (MAPE)} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{z_t} \times 100 \right|.$$

Figura 5: Critérios para cálculo de erro. Fonte: KAHN, 1998.

Dentre as formas de medir a acurácia, a mais popular é a MAPE (KAHN, 1998). Porém, quando a série temporal contém valores iguais a zero, torna-se impossível o uso de sua fórmula.

DIAGRAMAS DE PARETO OU CURVA ABC

A classificação ABC, ou curva de Pareto, foi criada por Vilfredo Pareto na Itália em 1897, para estudar a renda populacional de uma determinada região. Na administração de estoques, esta classificação consiste em separar itens em classes de acordo com sua importância relativa (TUBINO, 2000). A ordenação dos itens segundo seu valor relativo ao total normalmente resulta, segundo Tubino (2000), em uma tabela onde uma pequena parte dos itens, ou itens classe A, corresponde a uma grande parcela do valor total, ficando grande parte dos itens, ou itens classe C, correspondendo a apenas uma parcela ínfima do valor total. Na faixa intermediária, estão os itens classe B. A curva de Pareto fornece então subsídios para a escolha de quais itens devem receber maior atenção, e quais itens têm pouca representatividade na formação do valor total.

É um método de diferenciação dos itens de estoques de acordo com a quantidade e o custo unitário. Segrega os estoques em três grupos, demonstrando graficamente (figura 6) com eixos de valores e quantidades de itens de acordo com seu preço/custo e quantidades. Sendo assim, materiais "classe A" representam a minoria da quantidade total e a maioria dos recursos investidos; "classe C", a maioria da quantidade total e a minoria nos recursos; "classe B", valores e quantidades intermediárias. O controle da "classe A" é mais intenso; e os controles das "classes B e C", menos sofisticados.

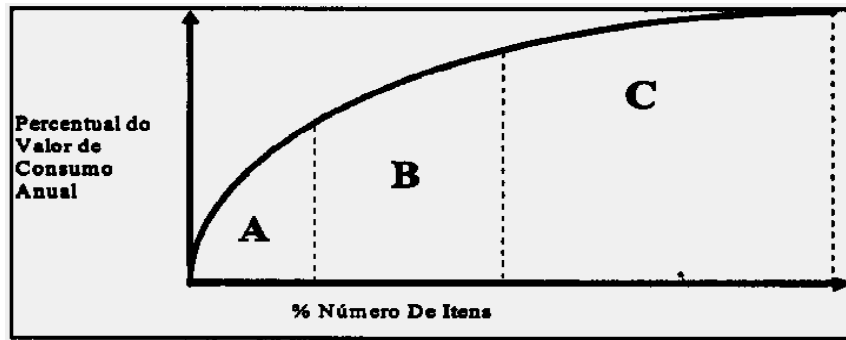


Figura 6: Curva ABC. Fonte: TUBINO, 2000.

MATERIAIS E MÉTODOS

Makridakis et. al. (1998) recomendam que um estudo de séries temporais siga os seguintes passos: (i) definição do problema; (ii) coleta de informações; (iii) análise preliminar dos dados; (iv) escolha e ajuste do modelo; (v) uso e avaliação do modelo de previsão.

Seguindo a mesma linha de raciocínio, o objetivo desse artigo foi demonstrar como a previsão de demanda pode auxiliar no planejamento de compras dentro de uma rede supermercadista, buscando como resultados a eliminação de custos excessivos com estoque e perda de venda pela má gestão deste.

As principais informações levantadas para a realização do estudo foram: (I) Como é o modelo de gestão de compras, (II) Qual é o atual modelo de previsão de demanda, (III) Como é realizada a gestão do estoque de produtos. Após o levantamento das informações, será realizada a coleta de dados das vendas realizadas nos últimos três anos, a fim de se determinar qual o comportamento dos dados ao longo do tempo e qual o produto que gera maior receita para a empresa, pois é esse produto que terá a demanda prevista. Os dados foram obtidos por meio de contato direto com pessoas envolvidas nos processos de gestão de compras e estoque da empresa.

Com o objetivo de verificar a relevância do faturamento unitário de cada um dos itens em relação ao faturamento total da empresa, foi aplicada a técnica de Diagrama de Pareto, a fim de se realizar a classificação dos itens. Para que haja um bom planejamento de demanda, um importante aspecto foi levado em consideração, a escolha dos métodos utilizados para a previsão de demanda. Foram utilizadas as técnicas quantitativas de Média Móvel Simples, Média Móvel Ponderada e Suavização Exponencial, pois se tratam de técnicas com fácil aplicação e baixo custo.

Após essa definição foram realizadas as previsões utilizando os dados históricos da demanda, sendo que os períodos foram considerados o total de vendas realizado a cada mês. O método escolhido para prever a demanda será o que apresentar o menor erro, e por fim, foi feito um comparativo entre o valor obtido por meio das previsões com as vendas realizadas entre os meses de janeiro a outubro de 2017.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

MODELO ATUAL

A rede supermercadista trabalha com produtos dos demais gêneros encontrados em supermercados, com exceção de produtos perecíveis como carnes, frutas e legumes. Seus clientes são supermercados filiados, totalizando um número de 35 lojas. Para atender a demanda de seus clientes, o modelo de previsão adotado na rede supermercadista se baseia em uma mescla de técnicas qualitativas e quantitativas, sendo as qualitativas a opinião dos diretores e compradores, além de pesquisas de mercado, enquanto a quantitativa é feita por meio observação das vendas realizadas em determinados períodos anteriores.

O principal foco da rede supermercadista é a compra de produtos alimentícios de cesta básica como, açúcar, arroz, feijão, leite, macarrão, óleo e sal, pois são produtos com alto giro e possuem melhores preços quando são comprados em grandes quantidades e possuem um maior lead time de entrega.

A compra das mercadorias que são vendidas na rede é baseada em um levantamento prévio, realizado junto aos seus clientes. Isso é realizado com o objetivo de trabalhar com o menor nível de estoque possível, pois a rede tem um fator limitante que é o espaço de armazenamento de mercadorias. Além desse fator, a permanência de um elevado nível de estoque impacta diretamente no fluxo de caixa da empresa, pois a rede trabalha com um capital de giro relativamente baixo, por esse fator torna-se inviável a permanência de um estoque elevado, pois a receitas obtida por meio das mercadorias que ficariam em estoque, iriam cobrir as despesas além de servir para o pagamento dos fornecedores de mercadorias.

Nem sempre as compras das principais mercadorias são baseadas no levantamento realizado com os clientes. Existem alguns fatores que mudam esse cenário, como oferta dos fornecedores, acordos comerciais, oportunidades de compras ou até erro por parte dos clientes em realizar o pedido com quantidades incorretas, sendo necessário a realização de pedidos emergenciais para atender a sua demanda. Esses fatores fazem com que os compradores tomem decisões de comprarem alguns produtos para os manterem em estoque para a realização de uma venda futura.

O elevado nível de estoque tem forçado a rede tomar algumas atitudes drásticas, que acabam gerando prejuízos, a principal delas é a redução do preço de venda dos produtos, fazendo com que alguns produtos sejam vendidos abaixo do seu preço de custo, isso ocorre devido a melhores ofertas dos concorrentes. Outro importante aspecto a ser levado em consideração é a perda de vendas pela falta de produtos em estoque, isso ocorre por fatores como, ofertas da rede, levando os clientes elevar os seus níveis de estoque, fatores climáticos, que impactam diretamente na produção da matéria prima dos alimentos, causando a falta deles, paralização dos transportadores entre outros. A falta de produtos em estoque tem causado a insatisfação dos clientes, os forçando a buscarem esses produtos com outros fornecedores.

IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS FALHOS E PROPOSTA DE MELHORIA

A falta do uso de uma adequada previsão de demanda tem impactado diretamente na gestão de compras e de estoque da rede supermercadista. A falta de conhecimento das técnicas de previsão tem feito com que os compradores se baseiem apenas em suas experiências para realizarem as compras dos produtos para vendas. A consequência dessa tomada de decisão

tem gerado diversos problemas a rede, como a falta de produtos para atender aos seus clientes, causando a perda de receita. Outro ponto chave são os elevados níveis de estoque, que além de afetar na qualidade do serviço prestado pelo comprometimento do espaço de armazenamento de mercadorias, impactam diretamente no fluxo de caixa da empresa, sendo que ela apresenta um baixo capital de giro.

A fim de reduzir esses problemas, é proposta a implantação de um modelo de previsão de demanda para auxiliar no planejamento de compras. Para a implantação será necessário seguir alguns passos que são: (i) Coleta dos dados da receita gerada dos últimos 3 anos dos produtos vendidos na rede supermercadista. (ii) fazer uma classificação através do diagrama de Pareto dos itens a fim de se determinar o que gera maior receita para a rede, pois esse produto que terá a sua demanda prevista. (iii) Coletar os dados de venda mês a mês do produto escolhido para ter a demanda prevista. (iv) Escolher os métodos de previsão que serão utilizados (v) Aplicar os métodos de previsões. (vi) Escolher o melhor método. (vi) Fazer um comparativo entre a previsão e as vendas concretizadas até outubro de 2017.

Utilizando o diagrama de Pareto, foi feita a classificação dos itens, levando em consideração a sua receita gerada entre os períodos de janeiro de 2014 a outubro de 2017, como o centro de distribuição trabalha com muitos produtos, se torna inviável fazer a classificação de venda de produto a produto. Para tornar a classificação mais simplificada e de melhor entendimento, os itens foram agrupados de acordo com o seu gênero, segue como exemplo os cereais, que contemplam itens como farinha de mandioca, tapioca, flocos de milho, alpiste, entre outros. Os produtos foram classificados conforme seu tipo e gramatura, sem levar em consideração a sua marca. Como o foco principal da rede é a venda de produtos de cesta básica, eles não foram agrupados, pois são a partir das informações de vendas deles que será escolhido o item que terá a demanda prevista. Segue abaixo o diagrama de Pareto ilustrando a classificação (figura 7).

Produto (sku)	Receita Gerada	Percentual	Percentual acumulado	Classificação
Leite Longa Vida Integral 1L	R\$ 12.930.230,00	27,22%	27,22%	A
Arroz Tipo 1 5Kg	R\$ 9.392.033,00	19,77%	47,00%	A
Açucar Cristal kg	R\$ 8.292.830,00	17,46%	64,46%	A
Óleo de soja 1L	R\$ 4.983.440,00	10,49%	74,95%	A
Feijao 1kg	R\$ 4.395.094,00	9,25%	84,21%	B
Macarrão 500g	R\$ 2.030.220,00	4,27%	88,48%	B
Sal Refinado 1kg	R\$ 902.203,00	1,90%	90,38%	B
produtos de limpeza	R\$ 830.403,00	1,75%	92,13%	B
biscoitos	R\$ 740.303,00	1,56%	93,69%	B
refrigerantes	R\$ 530.293,00	1,12%	94,80%	B
frios	R\$ 434.802,00	0,92%	95,72%	C
cervejas	R\$ 340.230,00	0,72%	96,44%	C
perfumaria	R\$ 304.320,00	0,64%	97,08%	C
condimentos	R\$ 293.049,00	0,62%	97,69%	C
enlatados	R\$ 248.403,00	0,52%	98,22%	C
molhos	R\$ 230.493,00	0,49%	98,70%	C
sucos	R\$ 230.403,00	0,49%	99,19%	C
higiene pessoal	R\$ 192.034,00	0,40%	99,59%	C
outos	R\$ 120.030,00	0,25%	99,84%	C
bazar	R\$ 74.293,00	0,16%	100,00%	C
Total	R\$ 47.495.106,00	-	-	-

Figura 7: Diagrama de Pareto. Fonte: Autor

Após a aplicação da técnica do diagrama de Pareto foi identificado que o item com a maior

receita gerada é o Leite Longa Vida Integral de 1 Lt. O diagrama acima mostra poucos itens com classificação C, isto ocorre devido ao agrupamento por gênero.

Com a definição do Leite Longa Vida Integral de 1 Lt como o produto que terá a demanda prevista, foi coletado o histórico de vendas entre os meses de janeiro de 2014 a outubro de 2017. Os dados foram coletados por intermédio do sistema utilizado pela empresa e estão expostos nas figuras 8 e 9.

LEITE LONGA VIDA INTEGRAL 1LT							
2014		2015		2016		2017	
JAN	7.016	JAN	8.609	JAN	6.745	JAN	6.545
FEV	6.820	FEV	10.380	FEV	8.815	FEV	7.526
MAR	7.542	MAR	7.681	MAR	6.309	MAR	9.215
ABR	6.631	ABR	6.425	ABR	7.851	ABR	6.955
MAI	6.883	MAI	9.005	MAI	5.825	MAI	7.188
JUN	7.360	JUN	7.374	JUN	7.829	JUN	8.950
JUL	8.188	JUL	9.080	JUL	6.422	JUL	6.002
AGO	6.101	AGO	7.850	AGO	7.665	AGO	7.055
SET	7.770	SET	7.810	SET	8.275	SET	7.586
OUT	6.495	OUT	10.542	OUT	9.243	OUT	8.654
NOV	8.128	NOV	6.070	NOV	7.156	NOV	-
DEZ	7.626	DEZ	7.980	DEZ	6.876	DEZ	-
TOTAL	86.560	TOTAL	98.806	TOTAL	89.011	TOTAL	75.676

Figura 8: Histórico de vendas Leite Longa Vida. Fonte: Autor.

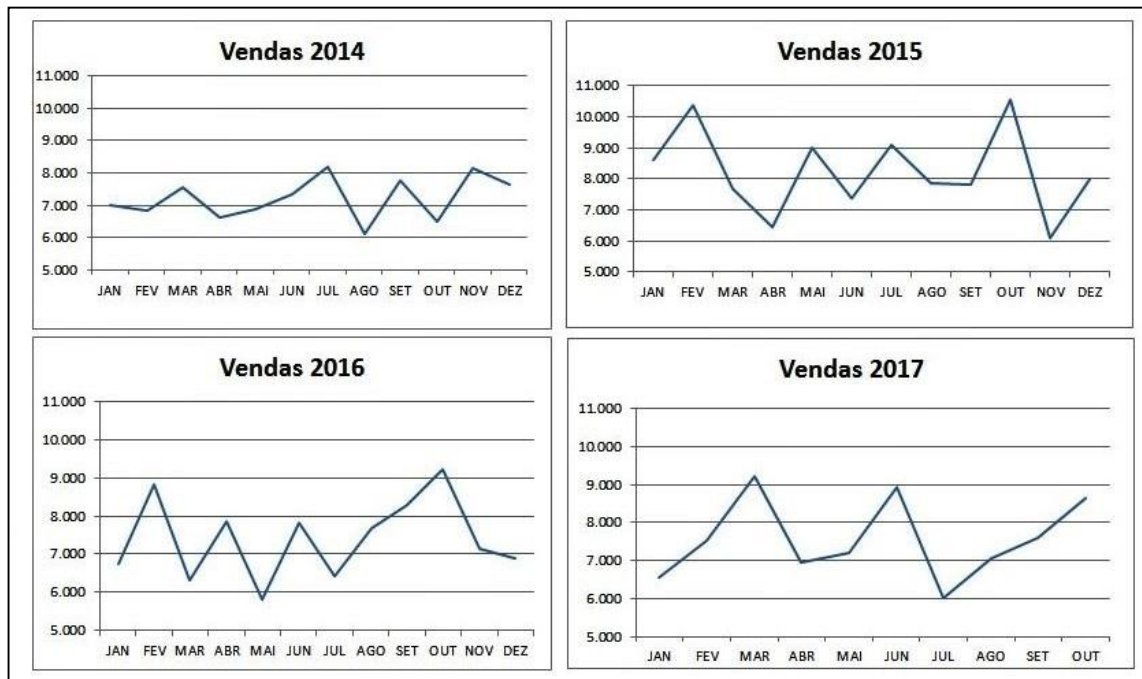


Figura 9: Gráfico das vendas de Leite Longa Vida. Fonte: Autor

APLICAÇÃO DA PREVISÃO DE DEMANDA

Devem-se privilegiar técnicas quantitativas e simples com poucas variáveis e relações simples entre elas, pois estas tendem a serem menos tendenciosas, fazem uso mais eficiente dos dados, ajudam no entendimento e aceitabilidade do método, reduzem erros e reduzem custos (ARMSTRONG, 2001e).

Como mostram os gráficos do comportamento das vendas passadas, elas são irregulares,

apresentando a ausência de tendências, sazonalidades ou ciclos. Partindo desse princípio será adotada as técnicas de Média móvel simples (MMS), Média móvel ponderada (MMP) e Suavização Exponencial (SE) para se calcular a demanda do ano de 2017.

MÉDIA MÓVEL SIMPLES

Para o cálculo da média móvel simples foram considerados o uso de 2, 4 e 8 períodos, sendo os resultados apresentados nas figuras 10 e 11.

Período	Vendas	2p	4p	8p
jan/17	6.545	7.016	7.888	7.411
fev/17	7.526	6.711	7.455	7.501
mar/17	9.215	7.036	7.026	7.464
abr/17	6.955	8.371	7.541	7.813
mai/17	7.188	8.085	7.560	7.724
jun/17	8.950	7.072	7.721	7.588
jul/17	6.002	8.069	8.077	7.551
ago/17	7.055	7.476	7.274	7.407
set/17	7.586	6.529	7.299	7.430
out/17	8.654	7.321	7.398	7.560
Total	75.676	73.683	75.238	75.448

Figura 10: Média Móvel Simples. Fonte: Autor.

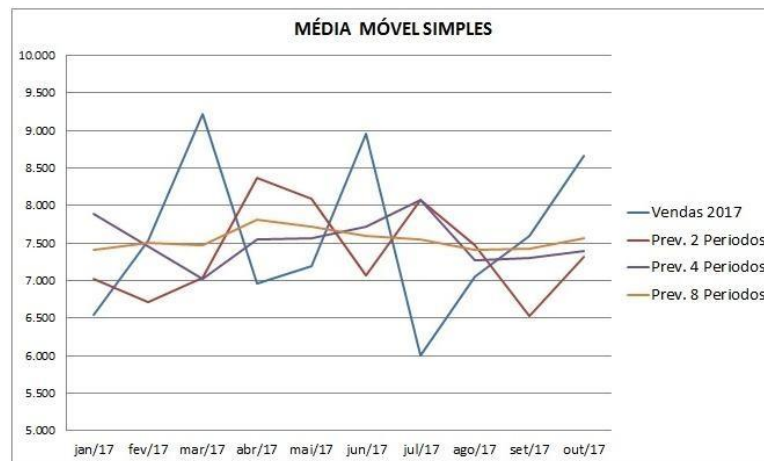


Figura 11: Comportamento das previsões MMS. Fonte: Autor

MÉDIA MÓVEL PONDERADA

Para o cálculo da previsão de demanda utilizando a técnica da média móvel ponderada. Foram utilizados os pesos de 1 e 2 para a previsão utilizando 2 períodos, pesos 1, 2, 3, 4 para previsão utilizando 4 períodos e pesos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 para a previsão utilizando 8 períodos. Os pesos foram distribuídos de acordo com a ordem das observações, sendo que quanto mais próximo do mês da previsão, maior será o peso do período

Período	Vendas	2p	4p	8p
jan/17	6.545	6.969	7.573	7.593
fev/17	7.526	6.655	7.036	7.400
mar/17	9.215	7.199	7.065	7.406
abr/17	6.955	8.652	7.940	7.795
mai/17	7.188	7.708	7.706	7.604
jun/17	8.950	7.110	7.557	7.485
jul/17	6.002	8.363	8.049	7.788
ago/17	7.055	6.985	7.219	7.444
set/17	7.586	6.704	7.131	7.365
out/17	8.654	7.409	7.246	7.400
Total	75.676	73.755	74.524	75.281

Figura 12: Média Móvel Ponderada. Fonte: Autor

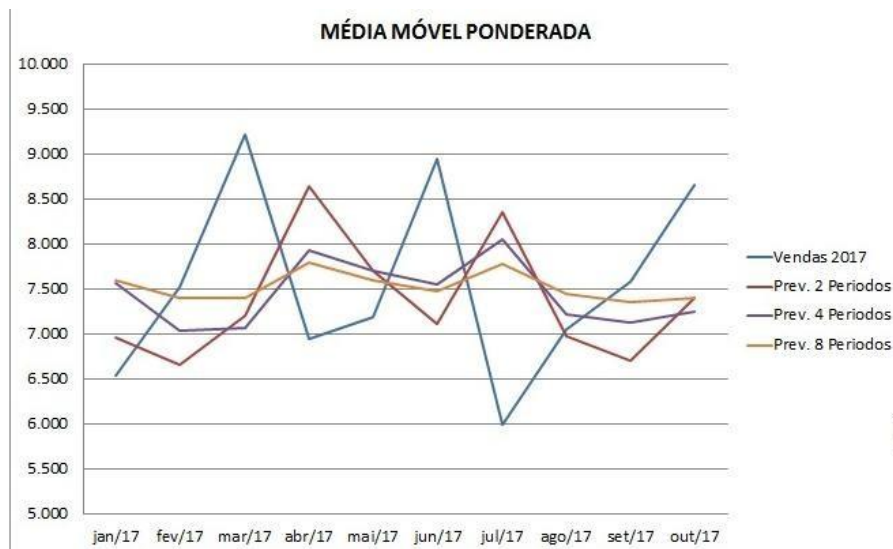


Figura 13: Gráfico do comportamento das previsões MMP. Fonte: Autor.

SUAUIZÇÃO EXPONENCIAL

Na suavização exponencial o valor de a pode variar de 0 até 1. Para o cálculo da previsão utilizando a suavização, foram utilizados os valores de (0,3), (0,6) e (0,9), como apresentados nas figuras 14 e 15.

Período	Vendas	0,3	0,6	0,9
jan/17	6.545	7.509	7.235	6.924
fev/17	7.526	7.220	6.821	6.583
mar/17	9.215	7.312	7.244	7.432
abr/17	6.955	7.883	8.427	9.037
mai/17	7.188	7.604	7.544	7.163
jun/17	8.950	7.479	7.330	7.186
jul/17	6.002	7.921	8.302	8.774
ago/17	7.055	7.345	6.922	6.279
set/17	7.586	7.258	7.002	6.977
out/17	8.654	7.356	7.352	7.525
Total	75.676	74.888	74.179	73.879

Figura 14: Suavização exponencial. Fonte: Autor.

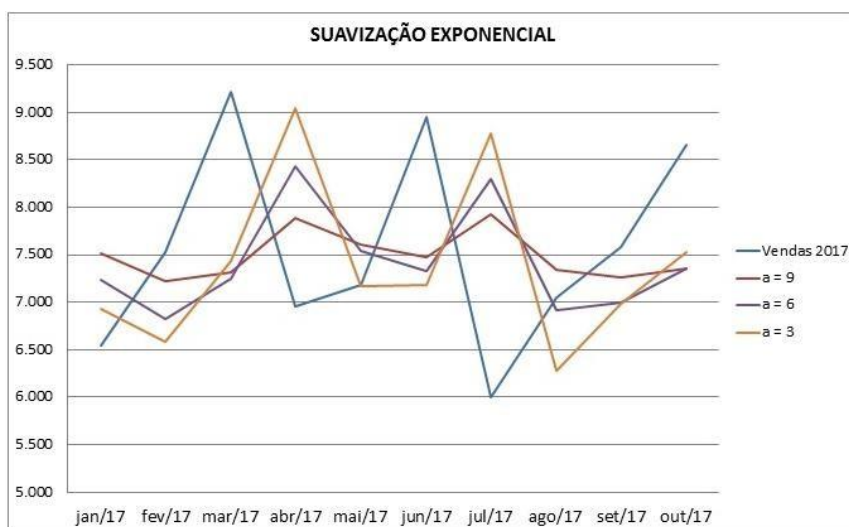


Figura 15: Gráfico do comportamento das previsões Suavização Exponencial. Fonte: Autor.

ESCOLHA DO MELHOR MÉTODO

Para a escolha do melhor método de previsão a ser adotado, foram utilizadas as técnicas de Média do Quadrado dos Erros (MQE), Média Absoluta dos Erros (MAE) e Média Absoluta Percentual dos Erros (MAPE), sendo que a técnica escolhida será a que apresentar o menor erro. A figura 16 mostra a comparação para escolha do melhor método de previsão.

Período	Vendas 2017	MMS			MMP			S Ex.		
		2 Períodos	4 Períodos	8 Períodos	2 Períodos	4 Períodos	8 Períodos	a= 0,3	a=0,6	a=0,9
Jan	6545	7016	7888	7411	6969	7573	7593	6924	7235	7509
Fev	7526	6711	7455	7501	6655	7036	7400	6583	6821	7220
Mar	9215	7036	7026	7464	7199	7065	7406	7432	7244	7312
Abr	6955	8371	7541	7813	8652	7940	7795	9037	8427	7883
Mai	7188	8085	7560	7724	7708	7706	7604	7163	7544	7604
Jun	8950	7072	7721	7588	7110	7557	7485	7186	7330	7479
Jul	6002	8069	8077	7551	8363	8049	7788	8774	8302	7921
Ago	7055	7476	7274	7407	6985	7219	7444	6279	6922	7345
Set	7586	6529	7299	7430	6704	7131	7365	6977	7002	7258
Out	8654	7321	7398	7560	7409	7246	7400	7525	7352	7356
Jan	6545	-471	-1343	-866	-424	-1028	-1048	-379	-690	-964
Fev	7526	816	71	25	871	490	126	943	705	306
Mar	9215	2180	2189	1752	2016	2150	1809	1783	1971	1903
Abr	6955	-1416	-586	-858	-1697	-985	-840	-2082	-1472	-928
Mai	7188	-897	-372	-536	-520	-518	-416	25	-356	-416
Jun	8950	1879	1229	1362	1840	1393	1465	1764	1620	1471
Jul	6002	-2067	-2075	-1549	-2361	-2047	-1786	-2772	-2300	-1919
Ago	7055	-421	-219	-352	70	-164	-389	776	133	-290
Set	7586	1058	287	157	882	455	221	609	584	328
Out	8654	1334	1256	1094	1245	1408	1254	1129	1302	1298
Erro Médio		1993	438	228	1921	1152	395	1797	1497	788
MQE		1.568.249	996.246	741.817	1.637.589	1.169.450	931.110	1.920.088	1.412.523	1.026.522
MAE		1.254	963	855	1.193	1.064	767	255	975	982
MAPE		151%	115%	102%	146%	127%	87%	2%	114%	117%

Figura 16: Tabela comparativa para a escolha do melhor método de previsão. Fonte: Autor.

Analisando os resultados obtidos por meio das previsões, pode-se determinar que a melhor técnica de previsão de demanda no caso estudado é a Suavização Exponencial com $\alpha = 0,3$, pois foi o que obteve menor erro de acordo com os métodos de escolha.

O presente trabalho mostra como as técnicas de previsões quantitativas podem auxiliar no planejamento de compras das empresas. O resultado é satisfatório, pois conforme a bibliografia dos métodos de extrapolação, a Suavização Exponencial é a que apresenta melhores resultados e quanto menor for o valor de α , o modelo trata as demandas históricas mais uniformemente e gera previsões mais estáveis. Fica uma ressalva que apesar da Suavização Exponencial com $\alpha = 0,3$ ser o melhor método de previsão atualmente, ele não deve ser o único a ser utilizado, todos os métodos devem ser testados, e aquele que apresentar o menor erro deve ser utilizado. Outro importante aspecto observado ao longo do trabalho, é que apenas o uso de técnicas quantitativas não é o suficiente para que se tenha uma boa previsão de demanda, para que isso aconteça, é necessária à combinação de técnicas quantitativas e qualitativas.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a implantação da previsão de demanda é viável para a rede atacadista, sendo que o planejamento de compras não deve se basear cegamente apenas nas previsões, opiniões de pessoas experientes no assunto são de suma importância.

Durante a realização do estudo alguns fatores se tornaram limitantes para realiza-lo, entre eles podem ser citados a quantidade de itens encontrados na rede, pois o grande leque de produtos torna a coleta de dados um processo demorado. Outro ponto é a falta de um relatório onde consiga listar todos os pedidos que deveriam ficar em carteira. O agrupamento dos itens em gêneros também se tornou outra limitação, pois demandou muito tempo para ser realizado.

Para a realização do trabalho não foram levadas em consideração os aspectos que influenciam diretamente nas vendas dos produtos, ficando como sugestão para um próximo trabalho.

REFERÊNCIAS

- ARCHER, B. Forecasting Demand: Quantitative and Intuitive Techniques. **International Journal of Tourism Management**. v.1, n.1, p. 5-12, 1980.
- ARMSTRONG, J. S.; ADYA, M.; COLLOPY, F. Ruled-based Forecasting: Using Judgmental in Time-series Extrapolation. In: ARMSTRONG, J. **Principles of Forecasting: a Handbook for Researchers and Practitioners**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2001.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento, Organização e Logística Empresarial**. 4. ed., Porto Alegre: Bookman, 2001.
- CHAMBERS, J. C.; MULLICK, S. K.; SMITH, D. D. How to Choose the Right Forecasting Technique. **Harvard Business Review**. v. 49, July-August, p. 45-57, 1971.
- CORRÊA, H. L. & GIANESI, I. G. N. **Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1996.
- DAVIS, M.; AQUILANO, N.; CHASE, R. **Fundamentos da Administração da Produção**. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- DELURGIO, Stephen A. **Forecasting principles and applications**. Singapura: McGraw-Hill, 1998.
- DIAS, G. P. P.. **Proposta de processo de previsão de vendas para bens de consumo**. 2009. Disponível em: <http://www.proage.com.br/proage/exe/empresa/.../bens_de_consumo.pdf>. Acesso em: 16 de novembro 2009.
- GRAEML, A. R. & PEINADO, J.. **Administração da produção: Operações industriais e de serviços**. 1.ed. Curitiba, Unicenp, 2007.
- KAHN, K. B. Benchmarking sales forecasting performance measures. **The Journal of Business Forecasting Methods & Systems**, v. 17, n. 4, p. 19-23, Winter 1998/1999.
- LINDBERG, E; ZACKRISSON, U. Deciding about the Uncertain: The Use of Forecasts as an Aid to Decision-making. **Scandinavian Journal of Management**. v. 7, n. 4, p. 271- 283,1991.
- MAKRIDAKIS, S. Metaforecasting: Ways of Improving Forecasting Accuracy and Usefulness. **International Journal of Forecasting**. v. 4, n. 3, p. 467-491, 1988.
- MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S.; HYNDMAN, R. **Forecasting: Methods and Applications**. 3. ed., New York: John Wiley & Sons, 1998.
- MENTZER, J. T.; GOMES, R. Evaluating a Decision Support Forecasting System. **Industrial Marketing Management**. v. 18, n. 4, p. 313 -323, 1989.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

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

TUBINO, D. F.. **Manual de Planejamento e Controle de Produção**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 1997.

WINTERS, P. R. Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Average. **Management Science**. v. 6, p. 324-342, 1960.

IMPACTO DO FATOR SOCIOECONÔMICO NAS PERDAS DE ÁGUA: ESTUDO DE CASO NAS REGIÕES DE JARDIM CAMBURI E FEU ROSA/VILA NOVA DE COLARES

Adriéle dos Santos Siqueira¹, Lilian Favarato Carrareto¹, Wagner Badke Ferreira²

1. Acadêmicos do curso de Engenharia Civil da Faculdade Brasileira – Multivix.

2. Mestre em Engenharia Civil, docente do curso de Engenharia Civil da Faculdade Brasileira –Multivix.

RESUMO

O presente estudo tem a finalidade de avaliar o impacto do fator socioeconômico nas perdas de água nos sistemas de distribuição, analisando, para isso, duas regiões distintas quanto às características socioeconômicas das unidades consumidoras e características de suas redes de água, propondo medidas que possam auxiliar no tratamento do cenário encontrado. A pesquisa foi realizada com base em dados fornecidos pela empresa de saneamento básico do estado, a Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN), que disponibilizou informações das redes de água, e com base nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que indicaram as condições de vulnerabilidade social das regiões de estudo. Foi possível então, relacionar as perdas de água com a situação socioeconômica das unidades consumidoras, e concluir que as regiões com baixa condição socioeconômica apresentam porcentagens de perdas significativamente maiores, pois são regiões que apresentam maior incidência de ligações clandestinas. Esta análise torna facilitada a gestão de perdas, pois contribui com a priorização de ações estratégicas de melhorias de acordo com as áreas mais críticas, podendo realizar a intervenção com medidas corretivas e preventivas de acordo com o tipo de perda mais ocorrente na região.

Palavras-chave: Perdas de água. Sistemas de distribuição. Condição socioeconômica.

INTRODUÇÃO

Diante do contexto atual da disponibilidade hídrica, são necessários estudos voltados para o gerenciamento que visem o melhor aproveitamento deste recurso, indispensável à manutenção da vida, e práticas que almejam o menor desperdício de água nas redes de distribuição.

Analisando a disponibilidade e a demanda por água no Brasil, fica possível entender a preocupação das prestadoras de criarem metodologias para a reestruturação dos sistemas de abastecimento de água, pois há um grande índice de perdas e, na sua maioria, não é feito um estudo mais consistente sobre suas causas e impactos (MOURA et al., 2004).

De acordo com dados da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES (2015), a média de perdas nos sistemas de distribuição de água das concessionárias brasileiras varia em torno de 40%, um índice muito alto se comparado a países desenvolvidos que, segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (2014), apresentam um índice de perdas em torno de 11%, como Japão e Alemanha.

As perdas de água podem acontecer em toda a extensão de um sistema de abastecimento, porém os maiores índices ocorrem na distribuição, ou seja, nas tubulações que levam a água dos reservatórios aos consumidores. Essas perdas são classificadas em perdas aparentes e perdas reais (HUNAIDI, 2000). As perdas aparentes são aquelas relacionadas ao volume de água consumido pelo usuário que não foi contabilizado pelo prestador de serviços devido a erros de medição, ligações clandestinas ou irregulares, entre outras situações. Já as perdas reais, são aquelas geradas quando a água que está disponível para atender os consumidores, por motivos de vazamentos nas redes da distribuição, não chega ao seu destino na quantidade real oferecida (SNIS, 2015).

Na ocorrência das crises do abastecimento, as empresas de saneamento buscavam ampliar a

oferta de água para sanar a situação, buscando soluções que não representavam as melhores alternativas na relação custo benefício, baseando-se apenas nos aspectos técnicos. Porém, na atualidade, o controle de perdas se tornou significativo e preocupante e exige que, para seu estudo, se leve em conta aspectos técnicos, econômicos e de desenvolvimento de recursos humanos (COELHO, 1983).

Dentro desse cenário, os gerentes dos setores de distribuição de água necessitam de uma boa postura frente ao processo de tomada de decisão, no que diz respeito à ação a ser desenvolvida, para uma melhor eficiência no controle operacional do sistema, a fim de reduzirem as perdas de água no abastecimento (MORAIS, CAVALCANTE E ALMEIDA, 2010). O desafio se torna combater as perdas de água, de modo a suprir a demanda crescente, sem necessitar aumentar a exploração e degradação dos mananciais de maneira insustentável (PIECHNICKI et al., 2011).

As causas de perdas físicas e aparentes variam muito de um local para outro, pois cada setor de abastecimento possui características diferentes entre si e, portanto, índices diferentes. O problema das perdas é mais abrangente do que aparenta ser à população em geral, pois estão envolvidas nuances ambientais, sociais e econômicas bastante delicadas (CARVALHO E PEPLAU, 2004).

Ou seja, se faz necessário um controle operacional eficiente, que pode ser alcançado quando se analisa as características das unidades consumidoras de cada região e as características de suas redes, quantificando e identificando quais perdas estão ocorrendo no local e qual a sua magnitude, para que sejam planejados métodos de controle eficazes nas regiões mais críticas.

O foco do trabalho está voltado para a análise de perdas de água, porém demonstrando especificamente que há um contraste na porcentagem de perdas entre regiões de classe socioeconômica baixa e classe alta, e que o agravante fator para a ocorrência deste cenário é a existência de ligações clandestinas que ocorrem em locais de vulnerabilidade social, que contribuem significativamente no aumento de perdas aparentes, aumentando o índice de perdas geral na região.

As ligações clandestinas, mais conhecidas como "gatos", em que é feita uma ligação direta na rede pública de água, sem que esta seja medida até chegar ao consumidor, além de sua perda direta para a companhia de saneamento, ainda contribui com o aumento destas, pois com o aumento exagerado de redes nestas ligações, sem qualidade e manutenção, expostas a agentes externos, propicia vazamentos na tubulação. A redução nas perdas representa também, uma redução no faturamento da empresa, demonstrando a importância que se deve dar a processos que visam minimizar possíveis perdas físicas e não físicas de água desde o processo de captação até a distribuição (MOURA et al., 2004).

Deste modo, identificar os locais mais agravantes, suas causas primordiais de perdas de água devido sua vulnerabilidade social e propor medidas de controle aliadas a este fator é uma das medidas essenciais para o eficaz gerenciamento do sistema de abastecimento.

APRESENTAÇÃO DO CASO

Considerações Iniciais

O estudo em questão trata-se de uma pesquisa quantitativa que tem como objetivo analisar as perdas de água em regiões da Grande Vitória, levando em consideração para essa análise as condições sociais e de infraestrutura das localidades.

Os dados fornecidos pela CESAN foram obtidos por meio de medições em pontos monitorados por central de controle operacional, coletados da ferramenta computacional GIS Cooperativo e

da modelagem hidráulica do software EPANET. O GIS trata-se de uma espécie de cadastro de rede que contempla todo o sistema operado pela empresa, englobando 52 municípios do estado, e reúne informações como, cadastro técnico de redes de água e esgoto, cartografia, meio ambiente, entre outros. Já o EPANET é uma conhecida ferramenta para simulações de sistemas hidráulicos. Para o estudo foram escolhidos três bairros, Jardim Camburi, Feu Rosa e Vila Nova de Colares

O critério utilizado para a escolha desses bairros foi a diferença entre a condição social da população residente nesses locais e a similaridade nas características da distribuição de água entre as regiões, como as zonas de pressão, as variações altimétricas e topografia.

Os dados coletados junto à CESAN foram: volume de água utilizado, volume de água faturado, total de economias, total de ligações, leitura de hidrômetros, nível de reservatórios, vazões, pressão nas redes, número de vazamentos eliminados nas redes, clandestinidade, inadimplências e áreas irregulares. Também foram coletados dados do IBGE sobre as condições socioeconômicas dos bairros da Grande Vitória, como valor do rendimento nominal médio mensal dos domicílios particulares permanentes e classes de rendimento nominal mensal domiciliar.

Desse modo, com a obtenção dos dados, é possível calcular a porcentagem de perdas de água em cada região, e analisar a relação entre as perdas e as condições socioeconômicas dos bairros em questão.

Condições de vulnerabilidade social e infraestrutura das regiões de estudo

Foram escolhidas duas regiões comprovadamente, por meio de dados do IBGE, com condições financeiras diferentes, sendo uma delas a região de Jardim Camburi, com condição econômico-social mais favorecida, e a região de Feu Rosa e Vila Nova de Colares, que em sua maioria apresenta uma condição econômico-social inferior à de Jardim Camburi.

A região de Feu Rosa e Vila Nova de Colares não pode ser separada em bairros pelo fato de a rede de abastecimento principal ser uma só, alimentando os dois bairros. Desse modo, a análise de perdas nessa região teve que ser feita de forma conjunta. O Condomínio Boulevard Lagoa, um condomínio fechado localizado próximo aos outros dois bairros, também é abastecido pela mesma rede. Porém, como a quantidade de ligações existentes nessa região é pequena quando comparada aos outros dois bairros (2,64% do total de ligações), a influência na análise de perdas se tornou irrelevante.

De acordo com a Prefeitura Municipal da Serra – PMS (2017), em seu Plano Municipal de Assistência Social (PMAS 2014-2017), com relação à infraestrutura e condições socioeconômicas dos bairros Feu Rosa e Vila Nova de Colares, observa-se que são bairros onde a ocupação residencial se deu de maneira irregular ou com invasão a áreas de preservação ambiental, com um padrão de moradia médio, sendo que as casas de melhor estrutura estão localizadas nas avenidas principais ou nas vias que dão acesso a elas. Nas periferias existem domicílios localizados em áreas próximas a valões ou áreas de risco, que em sua maioria apresentam situação de vulnerabilidade.

Com relação às vias dos bairros, a Tabela 1 abaixo mostra a situação de pavimentação de todos os logradouros da região.

Tabela 1 – Situação da pavimentação das vias dos bairros Feu Rosa e Vila Nova de Colares

Situação	Feu Rosa	Vila Nova de Colares
Grande parte pavimentada (sem buracos)	40,36%	23,35%
Grande parte pavimentada (com buracos)	49,33%	60,91%
Pequena parte pavimentada	2,69%	-
Sem pavimentação	5,38%	7,11%

Fonte: ISJN, 2017.

O Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN) também quantificou, por meio de um Relatório Ocupação Social feito em 2017, com base em dados do Censo Demográfico 2010, as condições de rendimento na região que abrange Feu Rosa e Vila Nova de Colares, no município da Serra. De acordo com o IJSN, no bairro Feu Rosa o rendimento nominal mensal domiciliar per capita predominante é de $\frac{1}{2}$ a 1 salário mínimo, sendo que o valor do salário mínimo no ano de 2010 era de R\$ 510,00. No bairro Vila Nova de Colares, o rendimento nominal mensal domiciliar per capita predominante também é de $\frac{1}{2}$ a 1 salário mínimo.

Já o bairro Jardim Camburi, de acordo com IBGE (2010), é o mais populoso do município de Vitória e é destinado, em sua maior parte, à população de classe média. As moradias possuem padrão construtivo diversificado e há uma predominância da verticalização das unidades multifamiliares. Foi quantificado pelo Censo Demográfico 2010, realizado pelo IBGE, que o rendimento nominal médio mensal dos domicílios particulares permanentes de Jardim Camburi é de R\$ 5.468,89. A infraestrutura na região já está consolidada, pois o desenvolvimento do bairro é constante. De acordo com um estudo realizado no ano de 2009, a maior parte das vias possuía pavimentação, sendo em sua maioria asfaltadas ou com uso de bloqret e uma pequena quantidade de vias sem pavimentação. Neste mesmo estudo foi feita uma previsão para o ano de 2015 e foi constatado que o índice de pavimentação na região melhoraria significativamente com o passar dos anos (PEREIRA, 2010).

Levando em consideração a credibilidade dos dados obtidos e fazendo uma análise deles, fica comprovada que existe uma diferença socioeconômica e de infraestrutura entre as regiões estudadas, sendo as regiões de Vila Nova de Colares e Feu Rosa menos favorecidas em quesitos de renda e infraestrutura, enquanto Jardim Camburi apresenta uma renda da população significativamente maior e as condições de infraestrutura do bairro se apresentam em melhor estado.

Análise de materiais, projetos e execução das redes de abastecimento

O método construtivo das redes de abastecimento de água da companhia é padronizado, ou seja, é embasado por normas técnicas. Portanto, independentemente do local onde a rede será instalada, as técnicas de execução e os materiais utilizados serão os mesmos.

De acordo com a CESAN, todos os projetos de sistema de abastecimento de água devem obedecer aos critérios estabelecidos nas Normas Brasileiras NBR's 12.211 – Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água, 12.218 – Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público, 12.217 – Projeto de reservatório de

distribuição de água para abastecimento público, 12.214 – Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público, e outros pertinentes, além das diretrizes e normas internas da empresa.

Assim como, são as mesmas empresas contratadas que executam as redes de água em diferentes regiões, com mesmo padrão de qualidade exigido pela empresa.

Análise de perdas nas redes de distribuição das regiões de estudos

O cálculo da porcentagem de perdas de água na distribuição nos bairros estudados, foi feito de acordo com os dados fornecidos pela CESAN durante o período de 01/01/2017 até 31/07/2017, totalizando sete meses de análise.

Primeiramente, com o auxílio do programa GIS Corporativo, foi analisado o volume total de água utilizado (VU) em cada bairro – em metros cúbicos por mês (m³/mês) – para cada região estudada, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Volume Utilizado por região

Volume Utilizado por região (m³/mês)	
Jardim Camburi	247.062,43
Feu Rosa/Vila Nova de Colares/Boulevard Lagoa	71.532,86

Fonte: CESAN, 2017.

Também foram fornecidos dados referentes às vazões de Feu Rosa (que corresponde à vazão de saída de Feu Rosa, Vila Nova de Colares e Boulevard Lagoa) e Zona Norte (que corresponde à vazão de saída para Jardim Camburi). Essas vazões foram medidas durante o mesmo período de estudo e correspondem ao Volume Total Distribuído (VD) – em metros cúbicos por mês (m³/mês). Os valores referentes às medições foram obtidos por meio de dados fornecidos pelo Centro de Controle Operacional da Cesan, por meio de sistema remoto (telemetria) que faz o controle das vazões. A Tabela 3 apresenta as vazões medidas.

Tabela 3 – Volume Distribuído por região

Volume Distribuído por região (m³/mês)	
Jardim Camburi	342.928,10
Feu Rosa/Vila Nova de Colares/Boulevard Lagoa	296.254,76

Fonte: CESAN, 2017.

Para calcular o índice percentual de perdas de água no sistema de distribuição das regiões estudadas, foi utilizada a Equação 1, proposta por Silva et al. (1999), com a identificação dos volumes distribuídos e utilizados.

$$IPD (\%) = \frac{VD - VU}{VD} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

IPD: Índice de perdas na distribuição. Esse índice avalia a quantidade de água que é efetivamente consumida do volume de água produzido.

VD: Volume mensal de água distribuída, ou seja, toda a água tratada disponibilizada para a região.

VU: Volume mensal de água consumido.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise das perdas de água e suas causas

Após análise dos volumes de água distribuídos e utilizados, foi feito o cálculo do índice de perdas e os percentuais encontrados estão dispostos na Tabela 4.

Tabela 4 – Índice de perdas na distribuição em regiões da Grande Vitória

Região	VD (m ³ /mês)	VU (m ³ /mês)	IPD (%)
Jardim Camburi	342.928,10	247.062,43	27,95
Feu Rosa/Vila Nova de Colares/Boulevard Lagoa	296.254,76	71.532,86	75,85

Fonte: Autores (2017).

A análise mostra que as regiões de Vila Nova de Colares e Feu Rosa apresentam elevado índice de perdas na distribuição, 75,85%. Enquanto Jardim Camburi apresenta índice de perdas significativamente menor, 27,95%. Realizando um cálculo comparativo, encontramos uma diferença de 47,90% de porcentagem de perda de água entre as duas regiões.

É visto que as regiões destoam muito entre si quanto às perdas de água e, como visto anteriormente, quanto às características socioeconômicas. Portanto, esses fatores foram relacionados, avaliando as causas de perdas de águas possíveis, com o objetivo de encontrar qual fator determinante para essa disparidade e seu impacto no índice de perdas.

Um parâmetro a ser analisado que influencia expressivamente no índice de perdas, por causar vazamentos, é a pressão na rede de distribuição de água. Quando esta é elevada, maximiza a quantidade de volumes perdidos, pois além de aumentar a frequência de arrebentamentos, aumenta a vazão dos vazamentos (TSUTIYA, 2006). Nas regiões de estudo não foram observadas pressões elevadas e grande diferença de pressão entre as redes que impactasse no percentual de perdas de água. De acordo com a modelagem computacional do programa EPANET, foi possível observar que as cotas altimétricas de Feu Rosa e Vila Nova de Colares possuem pouca variação, assim como as de Jardim Camburi, apesar de a primeira região estar localizada numa zona mais elevada enquanto a segunda encontra-se ao nível do mar. E a pressão encontrada nas duas regiões, quando comparadas, também não apresentou muita diferença. Em Feu Rosa e Vila Nova de Colares a pressão nas redes de distribuição variou de 20 a 40 metros de coluna d'água (mca), enquanto Jardim Camburi variou de 20 a 35 mca. Ou seja, não há diferença exorbitante na distribuição de pressão das redes de abastecimento que justifique a grande diferença entre o índice de perdas de água dos bairros. Pelo contrário, foi observado que, se comparadas as zonas de pressão nos bairros, os mesmos apresentam características semelhantes. Portanto, esse critério não deve ser tomado como fator determinante na avaliação do índice de perdas deste estudo.

O efeito do fluxo de veículos nas redes de distribuição pode ser significativo se a tubulação apresentar idade de utilização avançada, o que pode gerar rupturas devido ao impacto causado sobre as vias e também caso a situação da pavimentação esteja ruim. Como nas regiões de estudo a maior parte das vias possuem pavimentação asfáltica, os impactos gerados nas redes por este fator não são tão significativos, não os caracterizando como principal causa de perdas de água ou determinante sobre a diferença no percentual de perda encontrada entre as regiões.

Por meio da análise de materiais, projetos e execução, sabe-se que a metodologia de construção empregada na execução das redes de distribuição é a mesma em todas as regiões atendidas pela companhia de saneamento. Com base nos dados recolhidos, sabe-se que os materiais utilizados nas redes de distribuição de água são aço, ferro fundido e PVC, nas duas regiões. A manutenção das redes também é igual nos diferentes locais, com base no programa

de manutenção da empresa.

Não foi feita a análise de idades destas redes, pois não foram obtidos dados suficientes para isso. Mesmo analisando quando foi implantado o sistema de abastecimento de água nas regiões, as redes podem ter sido trocadas e não há o controle destas datas em todo o sistema em questão. Por isso, outros dados que foram passados pela empresa foram analisados, a fim de se avaliar o impacto das condições das redes.

Em um estudo recente feito pela empresa, foi identificado que algumas das redes de água antigas de ferro fundido em Jardim Camburi apresentavam-se corroídas. A equipe atrelou esse fato a questões relacionadas ao solo, por estar próximo ao mar. Pode ter ocorrido uma influência marinha no terreno que possibilitou o processo de corrosão das redes presentes. Porém, mesmo com esse fator, o índice de perdas nesta região se apresentou menor que nas outras regiões de estudo.

Para melhor análise de perdas reais de água, foi analisado também o número de vazamentos eliminados pela empresa no período de estudo, que são um indício do estado de conservação das redes. Esses vazamentos são registrados após serem identificados pela própria empresa ou pela população por meio de ligações. Dos dados obtidos, foram 08 vazamentos eliminados para Feu Rosa e 03 para Vila Nova de Colares. Já em Jardim Camburi foram 17 vazamentos eliminados. Percebe-se que nos bairros de Feu Rosa e Vila Nova de Colares, onde foi encontrado alto percentual geral de perdas, o número de vazamentos foi menor, caracterizando menores perdas reais de água nestes locais. Desse modo, é possível assim associar que há nestas regiões potenciais de perdas aparentes de água. Em oposição, Jardim Camburi apresenta maior potencial de perdas reais de água, devido às condições de redes encontradas e maior número de vazamentos.

Pelo número de vazamentos registrados, Feu Rosa e Vila Nova de Colares apresentam redes em melhor estado de conservação e conseqüentemente deveriam ter menor índice de perdas. Porém isso não ocorre, e o índice de perdas elevado é justificado pela ocorrência de ligações clandestinas nestes locais, relacionada à situação de vulnerabilidade social em que estes se encontram.

As principais causas das ligações clandestinas estão relacionadas à facilidade na execução da ligação na rede de água; falta de documentação dos imóveis; custo da extensão de rede e ligação; dificuldade financeira para pagar a conta; entre outras. De acordo com essas informações, é sabido que em regiões onde há maior vulnerabilidade social ou nível econômico-social inferior é mais propícia a realização deste tipo de ligação, e também há dados da companhia de saneamento sobre clandestinidade nesses locais que levam a essa conclusão.

Há relatos da equipe técnica da Cesan sobre problemas relacionados a ligações clandestinas em regiões de classe social mais desfavorecida e que, por conta da criminalidade nessas regiões, muitas vezes a equipe chega a ser impedida de entrar no bairro para verificar a ligação ou a existência de hidrômetro na residência. Isso acontece porque, descobrindo a existência de clandestinos, a empresa pode cessar o fornecimento de água para o local, ou então realizar o cadastro do hidrômetro, que geraria um custo para a residência e isso não é de interesse da população local, que usa a criminalidade para intimidar a equipe técnica, dificultando o trabalho dela.

Foi fornecido pela empresa o número estimado de ligações clandestinas/não cadastradas das regiões de estudo, com base no programa GIS, por meio da análise visual de domicílios com e sem matrícula na Cesan. Para a região de Feu Rosa encontrou-se um total estimado de 246

ligações desse tipo, gerando um percentual de 5,34% em relação ao total. Em Vila Nova de Colares foi estimado um total de 249 ligações, correspondendo a 6,47% do total. Já em Jardim Camburi, não foram encontradas ligações não cadastradas nesta estimativa. O fato de que ligações não cadastradas podem ser ligações clandestinas e de que nas regiões menos favorecidas economicamente foi encontrado um número mais expressivo dessas ligações, impacta na análise do resultado do índice de perdas, já que este foi maior nessas regiões. Levando em consideração que esses números são estimados, esse percentual tende a ser ainda maior em áreas onde as condições de infraestrutura do bairro são insuficientes, causando um maior número de perdas aparentes nessas regiões. Portanto, dado o alto índice de ligações clandestinas que ocorrem, a porcentagem de perdas foi muito maior na região de Feu Rosa e Vila Nova de Colares.

As ligações clandestinas são executadas sem respeito às normas técnicas e manutenção da empresa de saneamento, sendo efetuadas por consumidores e não por equipe técnica especializada, o que propicia vazamentos nas redes, que geram ainda mais o aumento das perdas reais de água e caracteriza a alta porcentagem de perda nessas regiões.

Outro dado relevante a ser citado é o número de inadimplências das regiões, que são as matrículas que utilizam água, possuem medição e cobrança, porém as tarifas não são pagas pelos consumidores. Foram consideradas apenas as ligações com 03 ou mais faturas pendentes e obteve-se que Feu Rosa e Vila Nova de Colares possuem 911 inadimplentes, caracterizando 52,12% do total de ligações e Jardim Camburi possui 11, caracterizando 3,40% do total. Essa disparidade entre os bairros reforça a ligação existente entre a condição socioeconômica com a ocorrência de ligações clandestinas, pois muitos consumidores não possuem condições financeiras ou estruturais para realizar a ligação.

Assim como, também foram avaliadas as áreas irregulares presentes nos locais e viu-se que elas não estão presentes em Jardim Camburi, diferentemente de Feu Rosa e Vila Nova de Colares, que apresentam dois loteamentos caracterizados como áreas irregulares. Estas áreas são ocupadas pela população irregularmente, e são áreas propícias para a clandestinidade de ligações de água, pois a própria companhia de saneamento não pode realizar obras em áreas irregulares.

A parcela de perda de água que chegou até 75,85% na região de Feu Rosa e Vila Nova de Colares é um valor muito expressivo, que ultrapassa a média de perda da empresa de saneamento que segundo a própria, gira em torno de 33%, e gera uma perda significativa de faturamento.

Conforme a empresa, na análise geral do sistema de abastecimento, 50% das perdas de água é decorrente de furtos de água, porém analisou-se que esta parcela ocorre de maneira diferente entre as regiões. Na presente pesquisa identificou-se que há perdas nos sistemas de abastecimento das regiões estudadas, devido a vazamentos e demais fatores citados anteriormente, porém as perdas de água aparentes ocorrem em números notadamente maiores nas regiões de classe socioeconômica baixa, devido a clandestinidades, impactando no índice percentual geral de perdas da região. No bairro de Jardim Camburi, a probabilidade de ocorrência de ligações clandestinas é baixa, assim como o índice de relatos e estimativas apresentado pela empresa, devido a sua condição socioeconômica mais favorecida, então o índice percentual de perdas é reduzido, pois a parcela de perdas aparentes é reduzida.

Soluções para combate às perdas

Em um esquema proposto pela International Water Association – IWA, sintetizado por Lambert

& Hirner (2000), foi constatado que o controle de perdas físicas pode ser feito por meio de “boas práticas”, resumidas em quatro atividades, que são: gerenciamento de pressões, controle ativo de vazamentos, velocidade e qualidade dos reparos, gerenciamento da infraestrutura.

Este artigo é focado nas perdas aparentes e o impacto da sociedade sobre elas, então, um dos meios de redução destas perdas, causadas por ligações clandestinas, seria a amplificação da Tarifa Social, um benefício da Cesan no qual o imóvel beneficiário recebe um desconto sobre as tarifas de água e esgoto, de acordo com o volume utilizado. Para ter acesso a esse benefício, os moradores da residência devem ser beneficiários de programas sociais como Bolsa Família ou Bolsa Capixaba, Programa do Benefício de prestação continuada da Assistência Social – BPC ou Programa Minha Casa Minha Vida. A Tarifa Social é uma solução para os problemas de perdas em regiões de baixa renda, pois estimula a regularidade das ligações de água. Muitas pessoas que recebiam água através de meios clandestinos, passam a ter acesso a esse bem, de forma regulada, pagando um valor muito menor do que o usual. A empresa recebe descontos do Governo Federal como formas de incentivo para promover esse tipo de programa social. Ou seja, ela ainda consegue recuperar, de forma parcial, a receita investida.

Uma medida nova, que também pode ser viabilizada na Grande Vitória, que já foi implantada pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), seria a parceria da CESAN com as prefeituras locais para a implantação de macromedidores na entrada dos bairros de baixa condição socioeconômica, para que a água distribuída para eles seja medida e custeada com ajuda da prefeitura. Assim, os custos das perdas causados pela questão social seriam redistribuídos entre a companhia de saneamento e as prefeituras, e as ligações seriam regularizadas. Pois além de toda fiscalização da CESAN, é necessário o maior apoio dos órgãos públicos para que as medidas de tratamento do problema tenham resultados eficazes e favoráveis. Isso ajudaria no bom gerenciamento de distribuição de água nestes locais, reduzindo as perdas aparentes com a solução deste problema estendida em longo prazo.

Outra solução para redução no número de furtos de água nas redes de abastecimento é o mapeamento dessas ligações por meio da análise de domicílios matriculados, aliada a um efetivo trabalho de campo das equipes de obras da Cesan, equipe de técnicos dos municípios, Ministério Público, entre outros, auxiliando na regularização de ligações.

CONCLUSÃO

A análise de desempenho de redes realizada, como a de vazamentos, pressão, características dos materiais empregados, a urbanização, clandestinidade, inadimplências, áreas irregulares, assim como relatos de empregados da empresa que vivenciam isso na prática, trabalhos da empresa direcionados ao tratamento de perdas reais e aparentes, puderam indicar que há uma disparidade nos índices de perdas das duas regiões aliada ao impacto da sociedade nas perdas de água ocorrentes.

O estudo possibilitou mostrar que além das perdas reais que ocorrem no sistema de abastecimento nas redes de distribuição, ocorrem as perdas aparentes, devido a ligações clandestinas, e estas estão relacionadas diretamente com a condição socioeconômica das unidades consumidoras das regiões. Bairros de condição socioeconômica maior, como Jardim Camburi, possui índice de perda menor, porque a parcela de perda aparente é reduzida nesses locais, devido ao nível de condição econômica da população residente, que não propicia a ocorrência de furtos de água, diferentemente dos bairros de baixa condição socioeconômica. Estes, por realizarem em maiores números as ligações clandestinas, contribuem no aumento de perdas aparentes, impactando no índice de perdas de água destas regiões.

Assim, são sugeridos posteriores estudos nesta área, que possibilitem a identificação de ligações clandestinas, realizando seu controle e regularizando seu cadastro nas diferentes regiões. Com isso, é possível também ter uma melhor análise sobre as perdas reais de água, pois em algumas situações é muito difícil identificar a perda de água por vazamentos, dado que as tubulações de água são enterradas. Identificada e desconsiderada a perda por ligações clandestinas, fica mais claro quantificar as perdas por vazamentos, contribuindo com a gestão em priorizar as regiões mais críticas de perdas. Outra sugestão seria fazer o mesmo estudo sobre análise de perdas de água deste artigo, porém em outras regiões da Grande Vitória, com condições socioeconômicas diferentes e características geográficas semelhantes, como as regiões de Colina de Laranjeiras e Taquara I, por exemplo, a fim de avaliar e quantificar esta influência da disparidade social no índice de perdas de água. É sugerido também que seja analisada a possibilidade de aplicação do método implantado pela SABESP, citado anteriormente, nos municípios da Grande Vitória, de modo a estudar quais impactos traria para a sociedade e para a companhia de saneamento do Estado, com conjunta ajuda dos órgãos públicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL (ABES). **Controle e redução de perdas nos sistemas públicos de abastecimento de água**: Posicionamento e contribuições técnicas da ABES. Revisão 1. 2015, 99p. Disponível em: <http://abesdn.org.br/pdf/28Cbesa/Perdas_Abes.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2017.

CARVALHO, F. S.; PEPLAU, G. R.. Estudos sobre perdas no sistema de abastecimento de água da cidade de Maceió. In: VII Simpósio De Recursos Hídricos Do Nordeste, 7., 2004, São Luís. **Anais São Luís**, Brasil: ABRH, 2004.

COELHO, A. C. **Medição de água e controle de perdas**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental: BNH, 1983.

HUNAIDI, O. et al. Detecting Leaks in Plastic Pipes. **Journal of the American Water World Association**, p. 82-94. 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico**, 2010. Disponível em: <www.ibge.com.br>. Acesso em: 31 ago. 2017.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES (IJSN). **Região Metropolitana da Grande Vitória**: Dinâmica Urbana na Década de 90. Governo do Estado do Espírito Santo, Secretaria de Estado do Planejamento. Vitória, 2001. Disponível em: <http://www.ijsn.es.gov.br/ConteudoDigital/20120828_646_rmgvdinamicaurbananadecadade90.pdf>. Acesso em: 10 out. 2017.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES (IJSN). **Relatório Ocupação Social 2017**: Vila Nova de Colares e Feu Rosa. Governo do Estado do Espírito Santo, Secretaria de Estado de Economia e Planejamento (SEP). Espírito Santo, 2017.

LAMBERT, A.; HIRNER W. **Losses from Water Supply Systems**: Standard Terminology and Recommended Performance Measures. (IWA) International Water Association. International Water Data Comparisons, UK, 2000. Disponível em: <www.iwahq.org.uk/bluepages>. Acesso em: 08 abr. 2017.

MORAIS, D.C.; CAVALCANTE, C.A.V.; ALMEIDA, A.T. Priorização de áreas de controle de

perdas em redes de distribuição de água. **Revista Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p. 15-32, abr. 2010.

MOURA, E. M.; et al. **Abordagem sobre perdas de água em sistemas de abastecimento: breve explanação sobre os tipos e principais causas**. In: IV SEREA – Seminário Hispano-Brasileiro sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água João Pessoa (Brasil), 8 a 10 de novembro de 2004.

PIECHNICKI, A. S; et al. Utilização da metodologia de análise e solução de problemas na redução das perdas de água: um estudo de caso Sanepar. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 3, n. 2, p. 90-99, 2011.

PEREIRA, H.S. **Indicadores de Pavimentação no Município de Vitória**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2010. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp148854.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DA SERRA (PMS). **Plano Municipal de Assistência Social, PMAS 2014-2017**. Secretaria de Ação Social (SEMAS). Prefeitura da Serra. Serra, 2017. Disponível em: <<http://www4.serra.es.gov.br/site/secretaria/SEMAS>>. Acesso em: 26 set. 2017.

SILVA, R. T.; et al. **Indicadores de perdas em sistemas de abastecimento de água**. 2 ed. Brasília,: SEPURB, 1999. 70 p.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Diagnóstico dos serviços de água e esgoto**, 2014 - 2015. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília, 2017.

TSUTIYA, M.T. **Abastecimento de Água**. 3 Ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

A IMPORTÂNCIA DO GERENCIAMENTO DE RISCOS NA IMPLANTAÇÃO DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL EM VILA VELHA: UM ESTUDO DE CASO

Luan Nunes Corbelari¹, Denise S. D. Bernini²

1: Acadêmico(a) do curso de Engenharia Civil na Faculdade Brasileira – Multivix Vitória

2: Doutora em Engenharia de Produção e Docente na Faculdade Brasileira – Multivix Vitória

RESUMO

O Gerenciamento de Riscos faz parte das dez áreas de estudo dentro do Gerenciamento de Projetos segundo o guia de melhores práticas, PMBOK® (Project Management Body of Knowledge), sendo assim, estudos, levantamentos, mapas e planos para evitar, controlar, mitigar ou minimizar os Riscos existentes nos projetos são ações essenciais realizadas nessa área. O estudo de viabilidade do projeto é essencial para garantir o sucesso e evitar complicações durante a sua implantação. Uma das formas de acompanhar esse desenvolvimento é através de metodologias de Gerenciamento de projetos e suas áreas existentes. Este artigo busca avaliar o conhecimento do gestor responsável sobre a importância e os benefícios da realização da análise de risco em uma obra de construção civil localizada em Vila Velha, Espírito Santo. Foram expostos conceitos quanto a Metodologia de Gerenciamento de Projetos descritas pelo PMI e suas áreas principais. Para verificar a devida importância do Gerenciamento de Risco, foram analisados cinco estudos acadêmicos e o Guia do PMBOK® 6ª Edição. Foi possível identificar a importância do acompanhamento de um profissional habilitado para controlar o andamento de um projeto, seja de grande ou médio porte, contribuindo assim para um planejamento mais eficiente com um índice reduzido de falhas.

Palavras-chave: PMI; gerenciamento de riscos; gerenciamento de projetos; PMBOK; fatores; riscos.

INTRODUÇÃO

No contexto geopolítico, a crise econômica que o Brasil vive atualmente mostra que o mercado da Construção Civil é um dos setores que foi mais afetado. Dessa forma, a Construção Civil vem diminuindo cada vez mais seu espaço no mercado de trabalho e um dos motivos que deve se levar em conta é a importância do Gerenciamento de riscos no sucesso de projetos em geral (IPEA, 2014).

Segundo os autores Rabechini e Monteiro (2013) seja ele por falta de planejamento, uso de ferramentas e técnicas, conhecimento dos negócios, a utilização de processos e cuidados com as incertezas os mesmos devem estar interligados para garantir o sucesso do produto final.

Em meio a esse fato, segundo a Contricom (2014), o aumento dos juros, restrição no crédito, desemprego, lava-jato, levaram o mercado da Construção Civil a crise. A crise da construção chegou a uma grande velocidade. Mas o retorno do mercado, quando vier, terá andamento bem diferente segundo o mesmo.

Segundo a Carta de Conjuntura nº 23, publicada pelo Ipea (2014), o mercado da construção civil está passando por uma crise sem pregressos. De acordo com o levantamento de “melhores e maiores”, pode-se observar que a rentabilidade do setor caiu de 11,2% em 2013 para 2,3% em 2014.

O Gerenciamento de Projetos possui atualmente dez áreas de conhecimento segundo um dos principais Guias do profissional dessa área, que seria o Guia do PMBOK®, onde apresenta várias formas de se gerenciar um projeto, sendo considerado referência no Brasil.

O guia aborda de forma abrangente, boas práticas para o gerenciamento de projeto, não como

um roteiro ou com uma sequência, mas um padrão a ser seguido. (XAVIER, 2012)

Segundo Xavier (2012), metodologia é, portanto, uma adequação dos projetos de uma empresa, do desempenho no mercado, tanto da vivência adquirida pelos profissionais de gerenciamento como nas observadas em leituras.

Contudo, existe a importância de se colocar em prática um controle mais rigoroso, para que não haja nenhum tipo de surpresa durante a implantação do empreendimento ou negócio. Logo, o Gerenciamento de Riscos dentro de um empreendimento de alto custo e a longo prazo é necessário com a intenção de evitar retrabalho, prejuízo e também problemas técnicos e de segurança dentro da obra.

O objetivo geral desta pesquisa é analisar o conhecimento do gestor de obras residenciais, de alto padrão, responsável pela realização da análise de risco. Fez-se uma ordem de prioridades, onde será apresentado o conceito de metodologia de Projetos, citando assim, as práticas de Gerenciamento de Projetos segundo o PMBOK®. Logo, conceituou-se Gerenciamento de Riscos, descrevendo os motivos percebidos de que o Gerenciamento de Riscos não é aplicado. O estudo foi desenvolvido através de entrevista estruturada com o gestor da obra, responsável pela análise de risco. Buscou-se também identificar o conhecimento do profissional encarregado em obra sobre a importância da análise de risco, apontando assim, as ações realizadas pelo mesmo.

O estudo está apresentado em cinco tópicos, iniciando com esta introdução, seguindo para a Metodologia de Gerenciamento de Projetos, abordando as áreas do conhecimento. O tópico seguinte descreve Gerenciamento de Risco e a importância na implantação de projetos, conceituando o mesmo, em seguida serão apresentados os resultados e discussões realizados na entrevista com o gestor da obra sobre o assunto. Por fim, o tópico final terá as conclusões expostas, seguidas das referências bibliográficas.

METODOLOGIA DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS

Projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único. (PMBOK 2017 p.4).

O Gerenciamento dos riscos do projeto inclui os processos de condução de planejamento, identificação e análise de gerenciamento de risco, planejamento de resposta, implementação de resposta e monitoramento de risco em um projeto. (PMBOK, 2017).

Analisadas todas as etapas e formalizada as partes em que foram detectados riscos inerentes, pode-se sinalizar as possíveis causas de insucesso do projeto. E a partir do estudo destes riscos, será elaborado um plano de ação que poderá acarretar numa alteração do projeto em questão, atendendo e garantindo com que não ocorram problemas futuros.

Em relação às diferentes metodologias utilizadas atualmente, em Gerenciamento de Projetos, foi considerado para este estudo como principal fonte de consulta o Guia PMBOK® (PMI, 2017), que apresenta processos de Gerenciamento, não abordando a sequência a ser seguida, dando assim mobilidade de decisão.

Em meio a esse fato, o Guia PMBOK® (PMI, 2017) propõe dez áreas de conhecimentos, com o propósito de atender seus principais objetivos para o qual foi elaborado, que são: o Gerenciamento do escopo, tempo, custo, qualidade, recursos humanos, comunicações, risco, aquisições, integração e o gerenciamento das partes interessadas, também conhecido como stakeholders.

O gerenciamento da integração do projeto inclui os processos e as atividades necessárias para identificar, definir, combinar, unificar e coordenar os vários processos e atividades dos grupos de processos de gerenciamento.

O Gerenciamento do escopo é definido como a soma dos produtos, serviço e resultados a serem fornecidos na forma de projeto. O Gerenciamento do Tempo, que é responsável por gerenciar o término do projeto, onde identifica-se o cronograma como uma das principais restrições (PMI, 2017).

O PMBOK® conceitua o Gerenciamento de custo como a etapa que inclui processos envolvidos em planejamento, estimativas, controle de custos, financiamentos, e que possam garantir que projeto possa ser terminado dentro do orçamento aprovado.

Para um projeto atender a demanda de um cliente, uma das principais restrições dele é a qualidade, em que o Gerenciamento da Qualidade possa satisfazer as necessidades para as quais foi determinada no projeto, com a atenção nos processos que determinam o foco e comprometimento da organização (PMI, 2017).

A área que promove o Gerenciamento dos Recursos é de extrema importância, pois são as pessoas que determinam o sucesso ou o fracasso de um projeto. Portanto, é extremamente vital que essa área seja composta por uma equipe bem qualificada.

O Gerenciamento da Comunicação, segundo o PMBOK®, é responsável principalmente por transmitir as informações que são coletadas, garantindo que sejam gerenciadas, guardadas, controladas e que estejam disponíveis de fácil acesso a uma necessidade ou até mesmo de um novo projeto (PMI, 2017).

O Gerenciamento de Riscos, é a área responsável por identificar e gerenciar os riscos existentes nos projetos, aumentando o sucesso e permitindo identificar os impactos que são gerados (PMI, 2017).

A área do Gerenciamento das Aquisições, está inserida nos projetos que possuem necessidade de realizar compras, gerir contratos, obter produtor e serviços.

O Gerenciamento da Integração, como o mesmo nome diz, com o propósito de “integrar” as outras áreas, fazendo com que as demais áreas do Gerenciamento de projetos possam ter suas atividades identificadas, definidas, combinadas, unificadas e coordenadas com os demais processos (PMI, 2017).

E por fim, o Gerenciamento das partes interessadas do projeto, também conhecido como Gerenciamento dos Stakeholders, responsável por identificar quem são as partes interessadas, gerenciar, planejar e monitorar o engajamento das mesmas, o envolvimento que elas possuem, seus interesses micros e macros para não gerar impacto no sucesso do projeto (PMI, 2017).

Com as áreas do Gerenciamento de Projetos definidas, sabe-se que a concepção, planejamento e implantação de um EGPs (Escritório de Gerenciamento de Projetos) não necessariamente tem a pretensão de garantir o sucesso, ou até mesmo um resultado positivo nas práticas aplicadas, mas sim contribuir para que o objetivo final seja concebido (ALVES et al., 2013).

Dessa forma, a Figura 1 apresenta a integração como responsável pelo corpo das áreas de conhecimento do Gerenciamento de Projetos:



Figura 1 – Áreas de conhecimento do Gerenciamento de Projetos.

Fonte: Adaptado do PMBOK® (PMI, 2017).

GERENCIAMENTO DE RISCO E SUA IMPORTÂNCIA

O Gerenciamento de Risco é uma área muito importante em Gerenciamento de projetos, pois pretende identificar as possíveis falhas que podem existir durante a implantação de um novo produto, ou construção (PMI, 2017).

Conforme Rabechini e Monteiro (2013), as falhas que prejudicam o sucesso de um projeto, são analisadas devido à preocupação durante o Gerenciamento de riscos ter se tornado mais evidente na comunidade de Gerenciamento de projetos.

Alguns fatores devem ser analisados durante a Gestão de riscos em projetos, como identificar o risco, em seguida avaliar o mesmo com intuito de classificar a gravidade, tentar localizar as respostas através das pessoas envolvidas e fazer a análise do possível controle da situação, realizando como, por exemplo, *check-lists* para verificar os processos. Logo após, com a parte de Gestão de Riscos controlada, é utilizado os indicadores de sucesso em projetos, que visam garantir com que o projeto seja entregue de forma planejada e sem possíveis falhas, como realizar um bom escopo, ter uma qualidade efetiva em todos os procedimentos, garantir a satisfação do cliente buscando entender o seu perfil, para não se ter perdas no meio da implantação e ter uma equipe responsável e experiente, para tudo ser executado da melhor forma possível. Esses dois tópicos, Gestão de riscos em projetos e Indicadores de sucesso em projetos, estão interligados com o Porte da empresa e o tipo de projeto que vai ser executado. Dessa forma, é necessário que a empresa tenha um bom faturamento para assegurar que o projeto se conclua, e o tipo de projeto seja realmente adequado ao perfil dos clientes da região (RABECHINI; MONTEIRO, 2013).

Na Figura 2 a seguir, Rabechini e Monteiro (2013), apresentado um modelo de Gerenciamento de risco em projetos complexos, onde é observado como seria a organização desse planejamento, classificando as etapas envolvidas:

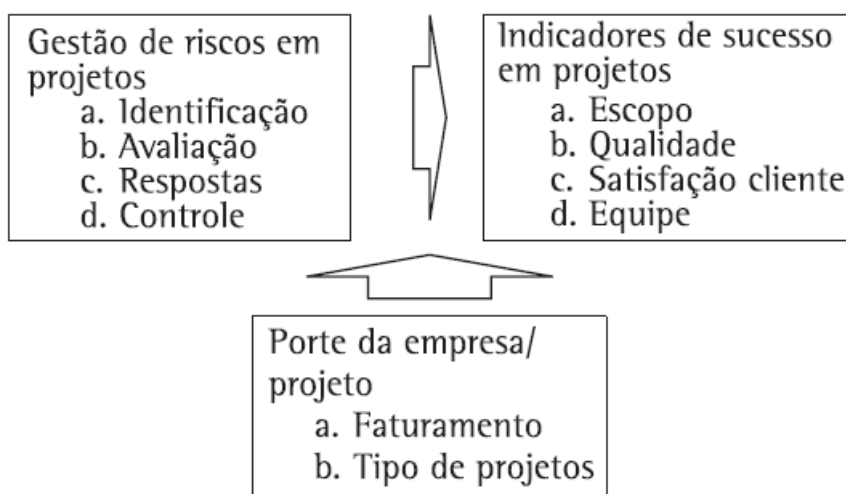


Figura 2 – Modelo de Gerenciamento de risco em projetos complexos.

Fonte: Rabechini Junior, R. et al. (2013).

Destaca-se então, a importância de Gerenciamento de Risco, e entende-se como é realizado o controle da Maturidade de um projeto como um todo através de um Gerente.

Segundo Nascimento et al. (2013) em sua pesquisa, demonstra que a maioria dos Gerentes de Projetos entrevistados apresentam como fonte principal de maturidade o Planejamento e Controle e o Desenvolvimento das habilidades gerenciais, porém podemos destacar também, segundo os outros entrevistados a importância de outros fatores respectivamente, como o ambiente de gestão de projetos, aceitação do assunto de gerenciamento de projetos, estímulo para desempenho, avaliação de projetos e aprendizagem, escritório de gerenciamento de projetos e por fim, visibilidade de gerentes de projetos.

Esses fatores mencionados acima, foram apresentados na pesquisa por Nascimento et al. (2013), em uma figura com o formato de “pizza”, porém seu grau foi estabelecido em tabela referente a cada fator, e tendo como integração principal a Maturidade de Gerenciamento de Projetos.

Em meio a isso, na Figura 3 a seguir, são apresentados os fatores percebidos de Maturidade em Gerenciamento de Projetos de acordo com Nascimento et al. (2013):

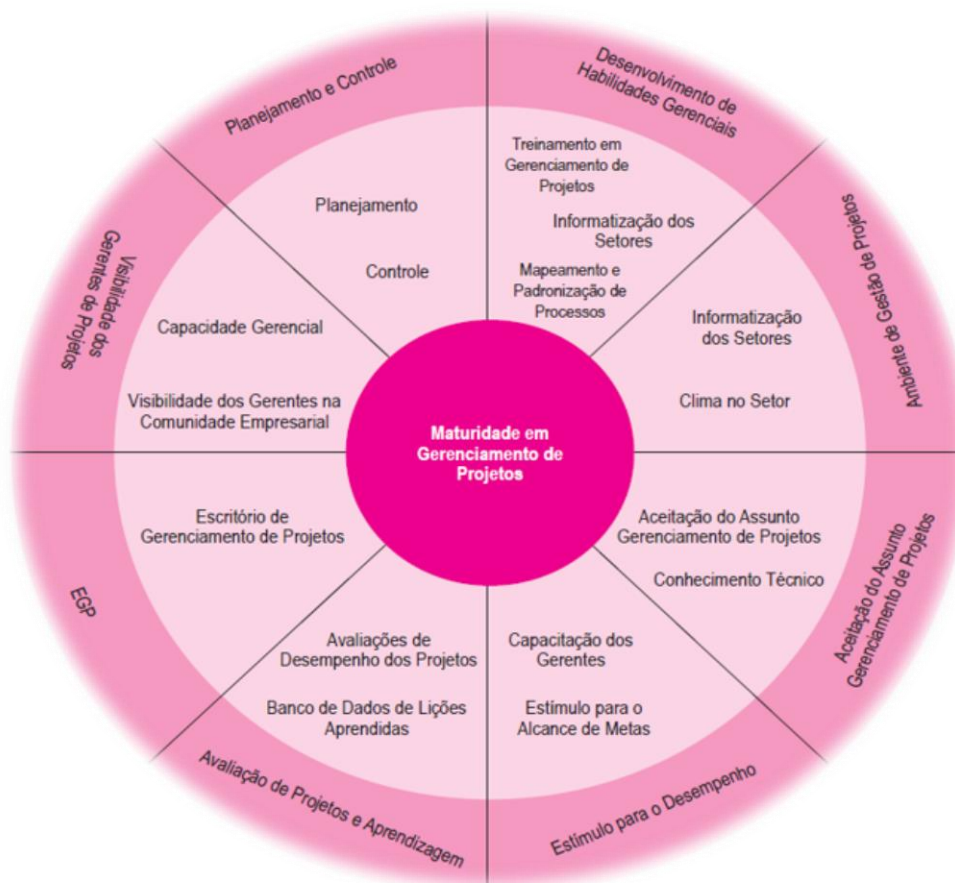


Figura 3: Fatores Percebidos de Maturidade em Gerenciamento de Projetos.

Fonte: Nascimento et al. (2013).

Contudo, de acordo com os resultados obtidos por Nascimento et al. (2013), os fatores apresentados na Figura 3, facilitam a identificação dos pontos de melhoria da maturidade em gerenciamento de projetos por parte dos gestores de projetos, onde os mesmos conseguem criar uma prioridade que pode direcionar o desenvolvimento do projeto. Dessa forma, essa prioridade pode ser determinada de forma diferente por cada tipo de projeto em execução, sendo que suas limitações que irão influenciar na escolha dos fatores que serão utilizados.

A abordagem sobre Gerenciamento múltiplos de projetos na construção civil, tem-se expandida cada vez mais, quando é identificada a necessidade de obter lucro para pequenas organizações. O Gerenciamento de um projeto isolado, não se torna mais eficiente em comparação com a oportunidade de criar segurança financeira gerenciando vários projetos ao mesmo tempo, com o objetivo de evitar prejuízos. Sendo assim, a construção civil possui grande potencial de mercado para gerenciar múltiplos projetos, porém o Gerenciamento de riscos se torna essencial para evitar atrasos no planejamento, que pode aumentar o custo final do empreendimento (ALENCAR; SANTANA, 2010).

Em um estudo realizado por Buzzi, Jungles e Ávila (2012), que utilizou o SindusCon para classificar o porte de algumas empresas, destacou-se que empresas de pequeno porte não utilizam ferramentas de Gerenciamento de Riscos, empresas de médio porte conhecem e usam e também usufruem de incentivos governamentais e empresas de grande porte além de utilizar ferramentas de Gerenciamento de Riscos, também dispõem de capital próprio, possuindo

benefícios para gerenciar os empreendimentos da incorporação.

O sucesso de algumas incorporadoras do setor da construção civil é através dos benefícios e riscos que um empreendimento pode trazer, dentre esses benefícios, identifica-se o lado positivo do risco, onde a incorporadora inicia o empreendimento e com a aplicação de lógica difusa, estrutura ações que tornam o processo de gerenciamento dos riscos mais maleável (BUZZI; JUNGLES; ÁVILA, 2012).

A lógica difusa por sua vez, segundo Costa, Abramczuk e Martinez (2007) é caracterizada por admitir que existem grandes níveis de expectativas, entre a certeza de ser e a certeza de não ser.

Com isso, a utilização do Gerenciamento de Riscos pelas incorporadoras, podem trazer um comportamento mais eficaz no projeto, pois além de identificar os riscos negativos, propendem a obter os riscos positivos durante a implantação do empreendimento (BUZZI; JUNGLES; ÁVILA, 2012).

METODOLOGIA DA PESQUISA

O artigo trata-se de um estudo de caso em um empreendimento imobiliário, que está localizado no bairro litorâneo, Itaparica, na cidade de Vila Velha - ES. O edifício tem 14 pavimentos tipos, sendo 285 unidades residenciais, um pavimento de área de lazer, dois andares de garagem e um subsolo. Foram realizadas visitas para coleta de dados, no edifício, no mês de Janeiro de 2018, com a intenção de identificar se a Gestão dos riscos é acompanhada pelo gestor da obra. Utilizou-se um questionário estruturado para coleta das informações e iniciado através de um estudo bibliográfico. Foram realizadas leituras e análises em fontes digitais, consulta de artigos científicos divulgados no meio eletrônico, apresentando assim as definições iniciais de Gerenciamento de Projetos e Riscos.

A obra não foi acompanhada desde o início de sua implantação, sendo assim, houve limitações na pesquisa. Com isto, a pesquisa baseou-se em confiar nas informações passadas pelo responsável entrevistado até o estado avançado da obra, afim de observar melhor a importância das práticas realizadas no projeto.

A técnica utilizada teve como base a pesquisa realizada por Correia et al (2017), que se fundamentaram nos conceitos de Lakatos (2003). Segundo o mesmo, as técnicas são classificadas como soma de condições ou métodos, uma forma de usa-los para alcançar seus objetivos. Portanto, sendo à parte ativa de coleta de informações.

O sistema de observação, até pela localização do edifício próximo ao litoral, a metodologia utilizada será de acordo com a de Kauark (2010, p. 62), onde foi considerada “estruturada e realizada” por um questionário, de acordo com objetivos que foram definidos. Portanto, em geral, utilizou-se esse método por delimitar o assunto e pesquisa a ser desenvolvida.

Dessa forma, a técnica que será utilizada, é a realização de entrevista estruturada, com o uso de um questionário. O questionário foi montado com 11 questões, respondidas pelo engenheiro civil responsável pela obra, onde possui experiência em obras de construção civil na mesma empresa. Em seguida, cinco das questões são objetivas, onde possuíam opção de sim ou não e duas delas o entrevistado justificaria a opção dissertando sobre a resposta logo embaixo. Além disso, as outras três questões afirmativas, tinham como justificativas opções para seleção. Contudo, as outras duas questões estão em escala Likert, onde o Gestor entrevistado deverá marcar uma resposta dentre as cinco, onde as alternativas estão com gradiente de intensidade,

classificadas desde nenhum conhecimento, indo para conhecimento moderado até conhecimento profundo.

Durante a visita em obra, realizou entrevista com o gestor para a coleta de dados, por ser o representante principal da obra, e por conhecer as dificuldades do projeto que podem ter acarretado prejuízo à obra. Logo, seguido de questionário, este método foi aplicado de maneira estruturada e individual.

Para o autor Lakatos (2010), a entrevista pode ser realizada de forma estruturada, onde o entrevistador utiliza um *script* previamente determinado. Com pessoas selecionadas, a entrevista é realizada por um modelo estabelecido de acordo com o objetivo específico.

Após a entrevista realizada, deu-se início a leitura das respostas, com o objetivo de identificar as principais informações que o entrevistado deixou transmitir em suas palavras, com o objetivo de reconhecer as notas que respondem a pesquisa.

Com isso, nos resultados e discussões da pesquisa realizou-se a análise dos dados, permitindo descrever de forma clara e qualitativa os dados coletados. Sendo assim, foi analisado o conhecimento do gestor responsável sobre a importância e os benefícios da realização da análise de risco em um empreendimento imobiliário real.

RESULTADOS

O edifício tem 14 pavimentos tipos, sendo 285 unidades residenciais, um pavimento de área de lazer, dois andares de garagem e um subsolo. Após dois anos de obra, no momento do estudo, estava com 60% concluída, e sua previsão de término é para o primeiro trimestre de 2019. Após investigação junto aos responsáveis, verificou-se em geral, que durante a implantação da obra foi realizado o Gerenciamento dos Riscos existentes, onde foi informado que seu conhecimento é moderado sobre essa área. Em meio a esse fato, informou-se que os Riscos Ambientais, Riscos inerentes ao projeto executivo e os Riscos de segurança do trabalho estavam inseridos nesse processo, porém, nenhuma metodologia de Gerenciamento de Projetos foi utilizada diretamente como base.

Desse modo, referente ao conhecimento das práticas de Gerenciamento de Riscos, identificou-se que o Engenheiro Civil responsável pela obra possui conhecimento das seguintes práticas: EAP de riscos, Mapa de Riscos, Registros de Riscos, Fluxograma de processo, Plano de resposta aos riscos, Classificação de impacto dos riscos, Análise *swot*, Reunião de *brainstorm* e Análise qualitativa. Garantindo assim, que conheceu todas as incertezas do projeto através dessas práticas utilizando plano de ação.

Dessa forma, verificou-se também, que devido a gestão dos riscos não houve impacto negativo no projeto, pois segundo o Engenheiro Civil responsável pela obra, tais práticas para Construção de Edifícios devem ser uma condição essencial. Logo, por sua vez, houve preocupação e ações tomadas referente os principais e possíveis problemas durante a implantação do projeto, como o estudo detalhado do solo através da realização de sondagens no início da implantação do projeto, junto com o rebaixamento do lençol freático para garantir que a concretagem das fundações fosse realizada e o registro fotográfico das edificações vizinhas para identificar problemas futuros devido a movimentação no solo.

Some-se a isto, a preocupação com a cobertura das armaduras durante a construção do edifício, onde o Engenheiro Civil responsável pela obra afirma, que considerou a classe de agressividade do local, de acordo com as especificações da tabela de Classes de agressividade

ambiental (CAA), localizada na NBR 6118:2014 que estabelece os requisitos básicos de um projeto de estrutura de concreto simples, armado e protendido.

De acordo com a NBR 6118:2014, os edifícios que estão expostos à atmosfera marinha, ou seja, construções próximas de região litorânea, são considerados Classe de agressividade 3 – Forte, possuindo grande risco de deterioração da estrutura, por causa do teor de umidade e os agentes agressivos concentrados no ar. Logo, possui uma velocidade de corrosão de 30 a 40 vezes superior a edificações localizadas em atmosfera rural.

Ele também afirma, que utilizou a NBR 6123:1998, que é responsável por considerar à ação do vento, para efeitos de cálculo de edificações, onde revisou os resultados por conta da localização, inclinação, *esbeltez*, geometria, peso próprio e tamanho da estrutura, para realizar a análise da ação do vento local, por ser uma ação variável que pode prejudicar a fachada e a estrutura se não for bem dimensionada.

Além disso, em relação aos riscos de segurança do trabalho, o Engenheiro Civil responsável pela obra afirma que havia acompanhamento diário de um técnico de segurança do trabalho, onde era responsável por realizar o mapeamento dos riscos diariamente, incluindo a realização do diálogo sobre segurança pelo menos três vezes na semana, principalmente sobre o uso de equipamentos de proteção individual e coletiva, a importância do guarda corpo nas fachadas e sinalização das áreas abertas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados expostos, pode-se concluir que, o Engenheiro Civil entrevistado com sua experiência em obras imobiliárias, criou um plano de ação para eliminar todos os possíveis riscos existentes no projeto, desde a parte ambiental e aos riscos inerentes ao projeto executivo, como por exemplo, inicialmente na fundação, quando realizou os devidos estudos no solo e os registros fotográficos nas edificações vizinhas, até os dias atuais em realizar o acompanhamento das ações desenvolvidas na área de segurança do trabalho referente as atividades desenvolvidas dentro da obra, e também, devido suas possíveis características diferenciais quanto ao cobrimento das armações por conta da maresia, por ser uma obra localizada em frente ao litoral.

Segundo o Engenheiro, não houve uma metodologia de projetos utilizada diretamente para o controle dos riscos desse projeto, como por exemplo, através de um Guia de melhores práticas como o PMBOK®, porém podemos concluir que ele utilizou indiretamente esses conhecimentos e práticas de Gerenciamento de projetos para controle desses riscos nas ações realizadas durante todo o processo e acompanhamento da execução da obra, como na utilização das NBR's (Normas Brasileiras Regulamentadoras).

Logo, para acompanhar as atividades relacionados aos projetos, a empresa segue também com uma equipe administrativa de qualidade, composta por um Mestre de obras, um Técnico de segurança no trabalho, um Estagiário de Engenharia Civil e um Técnico em edificações que segundo o Engenheiro em visita a obra, é essencial que se tenha confiança no corpo administrativo presente para acompanhamento das atividades que foram e serão planejadas antecipadamente de acordo com a necessidade existente.

A partir da entrevista e questionário, pode-se constatar que o acompanhamento na execução durante toda a obra é constante e bastante exigente, comprovando assim, a necessidade de se identificar riscos inerentes ao projeto executivo, antes mesmo de se iniciar as atividades no

canteiro de obras.

Dessa forma, como a obra continua em andamento, para garantir que o sucesso desse projeto imobiliário seja preservado até sua conclusão, é interessante que as responsabilidades em acompanhar cada atividade que está sendo executada sustentada. Logo, mantendo o monitoramento do plano de ação desenvolvido, para assegurar assim, que serão cumpridas as ações criadas evitando e minimizando os possíveis riscos futuros até o fim da construção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Ricardo Oliveira; COSTA, Helder Gomes; QUELHAS, Osvaldo Luis Gonçalves; SILVA, Licínio Esmeraldo; PIMENTEL, Leonardo Bezerra. **Melhores práticas em implantação de escritório de gerenciamento de projeto: desenvolvimento de referenciais de sucesso.** Revista Produção, v. 23, n. 3, p. 582-594, jul./set. 2013.

ALENCAR, Luciana Hazin; SANTANA, Marina de Oliveira. Análise do Gerenciamento de Múltiplos Projetos na Construção Civil. **Revista de Gestão e Projetos – Gep**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 74-92, jan/jun. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento.** Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123: Forças devidas ao vento em edificações.** Rio de Janeiro, 1988.

BUZZI, D. C.; JUNGLES, A. E.; AVILA, A. V. Gerenciamento de riscos em incorporadoras da construção civil: uma abordagem utilizando logica difusa. In: ENTAC – ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, XIV, 2012, Juiz de Fora, **Artigo...** Juiz de Fora: Universidade Federal de Santa Catarina, 2012. p. 2403-2411.

BRASIL. CONTRICOM (Confederação Nacional dos Trabalhadores na Indústria da Construção e do Mobiliário). **Construção civil vive crise sem precedentes em sua história.** Boletim da CONTRICOM, 2016, Brasília, Distrito Federal.

COSTA, R. P.; ABRAMCZUK, A. A.; MARTINEZ JR, L. C. **A lógica Fuzzy e a análise de alternativas de investimento.** Gestão da Produção, Operações e Sistemas – GEPROS, v 3, p 73-84 . São Paulo. 2007.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **Carta de Conjuntura nº 23.** Secretaria de Assuntos Estratégicos, Rio de Janeiro, ISSN 1982-8772, Junho, 2014.

KAUARK, F. da S.; MANHÃES, F.C.; MEDEIROS, C.H. **Metodologia da pesquisa: um guia prático.** Itabuna: Via Litterarum, 2010.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

NASCIMENTO, Thiago Cavalcante; NETO, Manoel Veras de Souza; MILITO, Cláudia Maria; JÚNIOR, Paulo César Medeiros de Oliveira. Fatores que contribuem para a maturidade em gerenciamento de projetos: o caso de um governo estadual. **Revista de Administração**, São Paulo, v.49, n.2, p.415-428, abr./maio/jun. 2014.

RABECHINI, Roque Junior; MONTEIRO, Marly de Carvalho. Relacionamento entre Gerenciamento de Riscos e sucesso em projetos. **Revista Produção**, v. 23, n. 3, p. 570-581, Setembro, 2013.

PMI, Project Management Institute (Editor). **Um Guia do Conjunto de Conhecimentos do Gerenciamento de Projetos**. Tradução oficial para o português do PMBOK® (Project Management Body of Knowledge) Guide 6° Edição. PMI, 2017.

XAVIER, Carlos Magno da Silva. **Metodologia de Gerenciamento de Projetos**. Rio de Janeiro: Brasport, 2013.

COMPENSAÇÃO DE REATIVOS E OS SEUS EFEITOS SOBRE O SEP (SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA)

Gabriel De Novais Gomes¹, João Henrique Da Silva Moreira¹, Luiz Antônio Dala Barba¹, Denise S. S. Bernini², Ronimar Volkers³

1. Pós-Graduando Em Sistemas Elétrico De Potência
2. Dr^a. Engenharia De Produção – Docente Multivix Vitória
3. Mestre Engenharia Elétrica – Docente Multivix

RESUMO

Este artigo tem como ponto central a utilização de banco de capacitores e compensadores chaveados a tiristores no controle de fator de potência e tensão de um barramento. Esses métodos são utilizados para aliviar o carregamento e evitar que o sistema opere fora da faixa de fator de potência estabelecida pela ANEEL. O objetivo desse estudo é comparar a performance desses métodos simulando sua resposta de acordo com a evolução da carga reativa utilizando o software PTW32 (Power Tools for Windows), constatando os pontos fortes e fracos de ambos.

Palavras-chave – PTW, Compensação de Reativos, SVC (Static Var Compensator), Banco de Capacitores.

INTRODUÇÃO

Os SEP são circuitos destinados a transmitir grandes quantidades de energia, desde os locais de sua geração até os centros de consumo e então, distribuí-las aos consumidores individuais. Essa cadeia logística é cercada de problemas de regulação de fator de potência e controle de tensão no barramento, portanto este trabalho tem como foco estudar as fontes de compensação estática definindo a característica de cada uma e suas vantagens e desvantagens.

Segundo Brigatto (1994), planejamento e a operação dos sistemas de energia elétrica são levados a utilizar técnicas bastante sofisticadas de resolução de problemas envolvidos que permitem englobar toda a grande complexidade associada a esses sistemas. Estes sistemas são projetados para atender certos critérios mínimos, no que diz respeito a:

- Capacidade de transmissão de energia;
- Qualidade de transmissão;
- Confiabilidade;
- Economia.

Os equipamentos utilizados em uma instalação industrial (motores elétricos de indução, transformadores, etc.) são em sua maioria consumidores parciais de energia reativa indutiva a qual não produz nenhum trabalho. A energia reativa indutiva apenas é necessária para a formação do campo magnético dos referidos equipamentos. A potência reativa indutiva necessária a criação do campo magnético é normalmente transmitida a partir de uma fonte geradora distante da indústria, sobrecarregando o sistema e acarretando perdas nos sistemas de transmissão e distribuição. Desta forma seria interessante que a potência reativa indutiva fornecida (trocada) pela fonte geradora fosse fornecida por uma fonte local (na própria indústria) de maneira a aliviar o sistema fornecedor de energia. Assim o sistema poderia transportar mais

energia que efetivamente resulte em trabalho (energia ativa/potência ativa no eixo do motor). As fontes de reativos podem ser:

1. Geradores (fonte própria);
2. Motores síncronos superexcitados (compensador síncrono);
3. Capacitores;

Segundo manual para correção do fator de potência do fabricante WEG a utilização de compensadores de reativos através de banco de capacitores, controlados ou não, são utilizados em grande escala nas áreas de projeto e manutenção. No intuito de otimizar o uso da energia elétrica a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), através do Decreto Nº 479 de 20 de Março de 1992 estabeleceu que o fator de potência mínimo deve ser 0,92.

Este artigo tem como objetivo comparar as tecnologias de instalação de capacitores ou compensadores estáticos, corrigindo efetivamente o fator de potência e proporcionando às empresas maior qualidade e maior competitividade.

COMPENSAÇÃO DE REATIVOS E OS SEUS EFEITOS

De acordo com Kristian Pessoa dos Santos e Augusto César Sousa Braga Monte (2009), para o bom funcionamento do sistema é fundamental que a energia reativa esteja adequada à demanda da carga, ou seja, que a oferta de energia reativa pelos sistemas de geração atenda à demanda da carga.

Segundo Santos e Monte (2009, p. 10):

Se a demanda de energia reativa pela carga for maior que a quantidade enviada pela geração, ou, ao contrário, se a oferta é maior que a demanda, o sistema poderá apresentar diversos problemas operacionais como instabilidade de tensão, perda de sincronismo de máquinas elétricas, sobreaquecimento de geradores e perdas na transmissão. Esses problemas comprometem seriamente a confiabilidade e a continuidade do sistema e podem ser responsáveis por grandes prejuízos às empresas de energia elétrica.

A compensação de reativos no SEP é o controle feito através de estudos de fluxo de carga para injeção ou absorção de reativos no sistema em sua quantidade ideal. Essa compensação de reativos é feita em tempo real, ou não, por meio de equipamentos próprios que injetam ou absorvem reativos do sistema de acordo com as necessidades da carga, garantindo o bom funcionamento do mesmo.

SVC – Static VAR compensator:

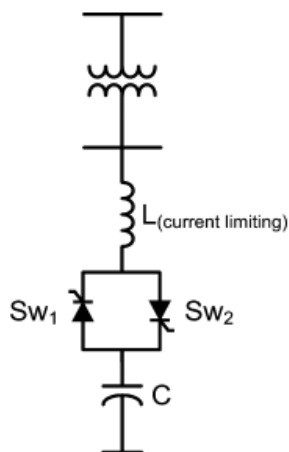
SVC é conectado a uma barra do SEP e, através do seu sistema de controle, a tensão da barra é constantemente comparada a um valor de referência com o qual fora previamente ajustado onde, dependendo do valor desta tensão, o SVC irá injetar ou absorver reativos no sistema para manter a tensão da barra próxima da tensão de referência.

Os SVCs são divididos em TSC compensador estático capacitivo e TCR compensador estático reativo.

TSC – Capacitor chaveado a tiristor

O compensador estático capacitivo possui como característica a correção da tensão na barra e fator de potência quando o sistema possui a potência reativa indutiva acima dos parâmetros pré-estabelecidos. A figura 1 ilustra o diagrama unifilar de um TSC.

Figura 1 – Diagrama Unifilar do TSC.



Fonte: Reactive Power Compensation Technologies: State-of-the-Art Review, 2005.

Com base na análise da figura 1, é possível observar que os TSCs são constituídos de um banco de capacitores C, tiristores bidirecionais representados por SW1 e SW2 e um indutor L responsável por limitar a corrente do ramo.

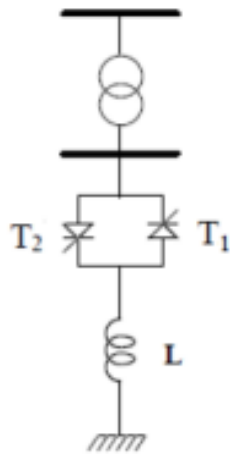
Vale lembrar que, segundo DIXON (2005), o chaveamento nos TSCs deve preferencialmente ocorrer quando a tensão na rede for igual a tensão na barra, dessa forma ocorre a diminuição de transientes no sistema interligado.

Embora o princípio de funcionamento seja muito simples, esse tipo de compensador possui algumas desvantagens: Cada banco de capacitor deve possuir um grupo bidirecional de tiristores o que torna sua implantação não atrativa economicamente, além de a capacidade de isolamento do semicondutor ser o dobro da tensão de pico da rede, garantindo assim a integridade do circuito de chaveamento.

TSR – Reator chaveado a tiristor

O método de compensação de reativo utilizando reator chaveado a tiristor consiste em um ramo paralelo que fornece ou absorve potência reativa indutiva, cuja finalidade é controlar o fator de potência e tensão na barra, representada por L na figura 2. Outro ponto a se destacar são dois tiristores em antiparalelo, T1 e T2 responsável pelo chaveamento e controle do fluxo de potência reativa.

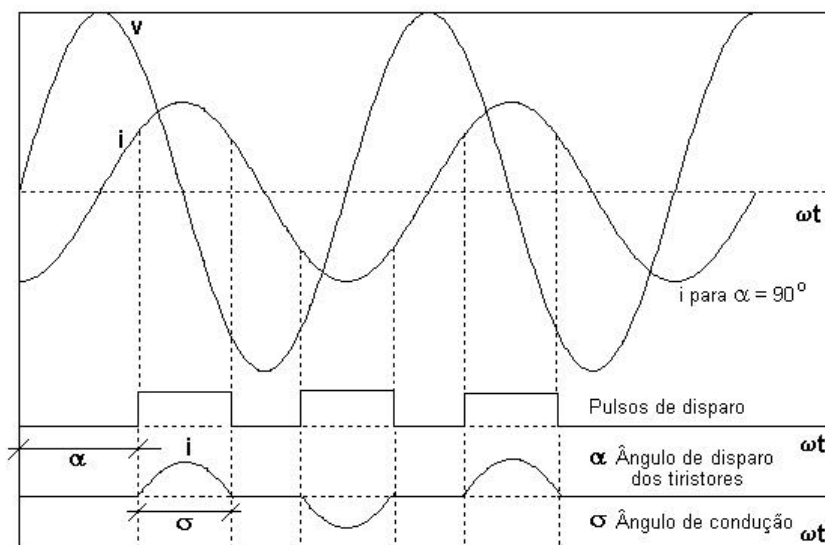
Figura 2 – Diagrama Unifilar do TSR.



Fonte: Elaborado por Janayna Silva da Costa, 2016.

A manipulação da potência reativa despachada no sistema interligado é realizada através do ângulo de disparo dos semicondutores. Conforme Jim Silva Naturesa (2001) quando o ângulo de disparo é ajustado para 90° , ocorre o máximo de transferência de potência reativa pelo banco, portanto este ponto representa o valor máximo de despacho de potência reativa e à medida que o ângulo incrementa até o limite de 180° ocorre a atenuação no módulo da potência reativa injetada no barramento. É importante ressaltar que o disparo é feito uma única vez dentro de um semiciclo da onda, portanto o disparo vai ocorrer uma vez no semiciclo positivo e uma no negativo, conforme Figura 3. Ângulos de disparo entre 0° e 90° não são desejáveis, pois produzem correntes assimétricas com componente contínua.

Figura 3 – Ajustes de disparos dos semicondutores



Fonte: Elaborado Jim Silva Naturesa, 2001.

De acordo com Fernando Mendonça da Fonseca (2010) a subestação Bandeirante localizada no estado de Goiás, possui um sistema de controle de tensão no barramento de 345kV realizado por chaveamento de tiristores. O sinal de disparo no gate do tiristor é realizado por uma malha de controle que regula o ângulo de condução do circuito de potência, dessa forma é possível controlar o despacho de potência reativa de acordo com a demanda em qualquer instante de tempo. Com essa aplicação, essa subestação possui um controle de tensão no barramento garantindo tensão constante desde que os limites de carregamento do banco seja respeitado.

BANCO DE CAPACITORES

São utilizados na compensação de reativos. Eles possuem baixo custo, fácil instalação e operação. A ligação nas barras de transmissão e/ou distribuição pode ser em série ou paralelo.

Ligação em paralelo: Compensar a perdas do sistema e trabalhar em níveis seguros de tensão durante o carregamento. A desvantagem é a geração de reativos proporcional ao quadrado de tensão, com isso, uma queda de tensão no sistema, a geração de reativos será menor que a necessidade do momento.

Ligação em série: Compensam a reatância indutiva das linhas de transmissão. A energia reativa capacitiva compensada na linha é menor, diminuindo as perdas e aumentando a transmissão de potência.

A principal função é corrigir o fator de potência, evitando sobrecargas em geradores e transformadores.

Segundo P. Kundur (1994, p. 581):

A utilização de bancos de capacitores chaveados apresenta um custo muito menor em relação aos sistemas FACTS, entretanto, o chaveamento de um banco capacitor, durante uma instabilidade transitória, pode não ser suficientemente rápido para prevenir a instabilidade de tensão.

Figura 4 – Banco de Capacitores



Fonte: www.mmp.srv.br/bancodecapacitor, 1998.

A principal diferença entre o banco de capacitores e os demais componentes de controle de reativos estáticos na rede é que ele mantém um valor de reativos fixo máximo na rede com a

tensão nominal, de acordo com o valor projetado, independente da necessidade do momento. Caso tenha uma queda de tensão rápida, ele não conseguirá manter o nível de tensão desejado imediatamente, pelo fato de jogar os reativos na rede inversamente ao quadrado com a queda de tensão. A ação dele não é instantânea, tornando-o menos eficiente, apesar de ser o de menor custo. A sua inserção na rede pode ser de forma manual ou automática.

METODOLOGIA DA PESQUISA

Este estudo foi baseado em uso de software computacional, pois busca gerar conhecimento para aplicação de métodos de controle de tensão, fator de potência e corrente, a fim de dimensionar as fontes de energia reativa, tais elas como banco de capacitores e compensadores estáticos de reativos (SVC), e suas contribuições para a planta em questão.

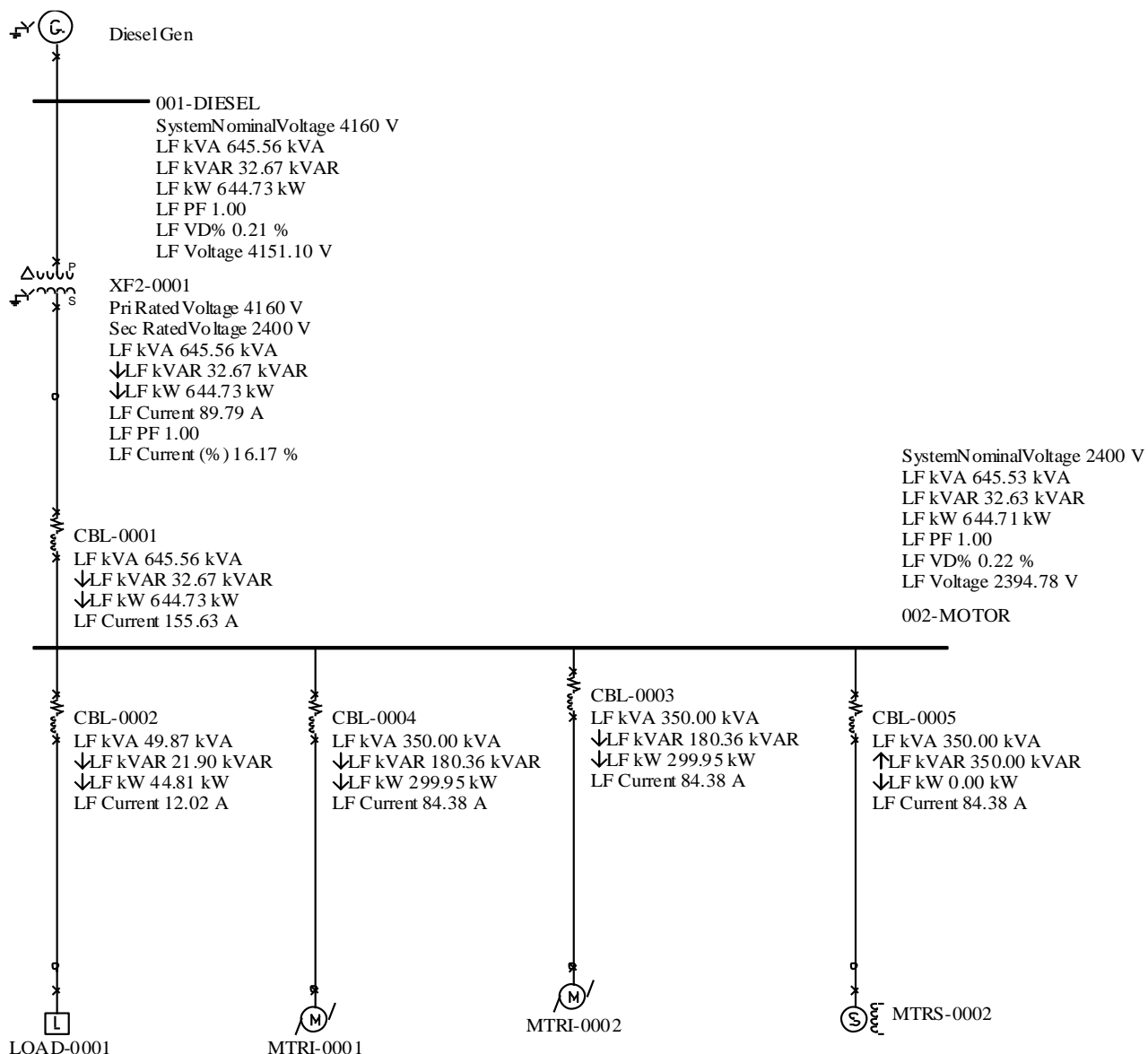
Foram utilizados os dados de um alimentador de uma empresa mineradora do ES (Espírito Santo) obtidos nas bases de dados existentes.

A abordagem foi quantitativa identificando resultados nas análises e comparativa entre os métodos pesquisados.

ESTUDO DE CASO

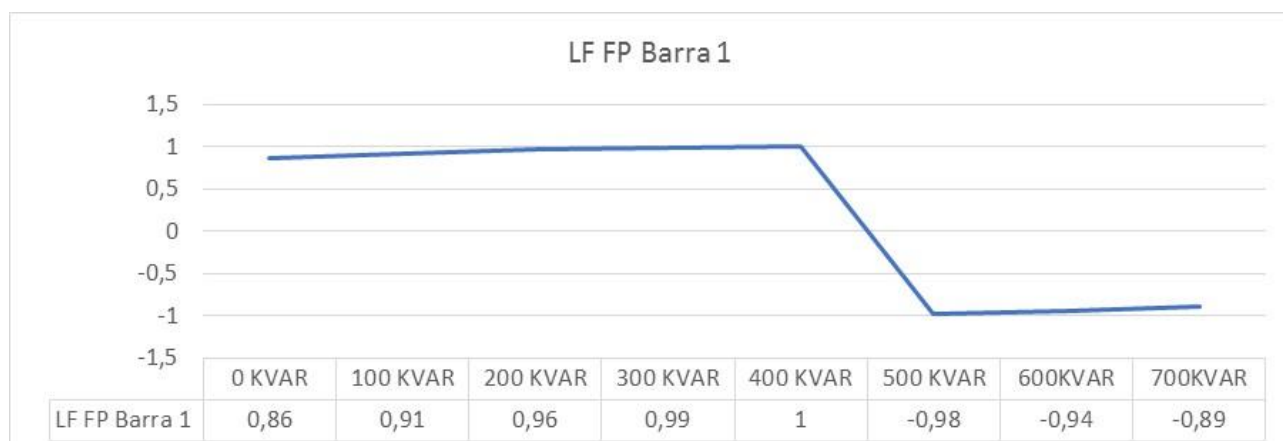
Neste tópico será abordado um estudo de caso de compensação de reativo através de um banco de capacitores e um compensador estático, comparando suas respostas ora com a carga constante e o compensador reativo variável e ora com a carga variável e o compensador constante. A Figura 5 representa o diagrama unifilar que será estudado.

Figura 5 – Unifilar do Sistema de Distribuição a ser simulado



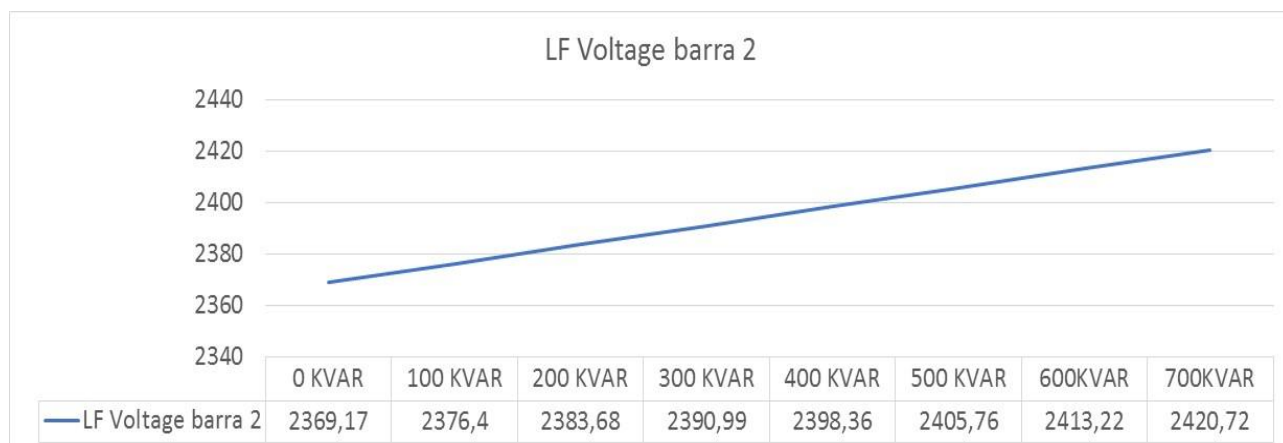
Fonte: gerado pelo software PTW32, 2017.

As Figuras 6, 7 e 8 descrevem o comportamento do fator de potência, tensão na barra 2 e corrente no transformador respectivamente utilizando um banco de capacitor como método de compensador de reativo. É importante salientar que neste caso foi considerado a carga constante e o banco de capacitor variável.

Figura 6 – Evolução do Fator de Potência

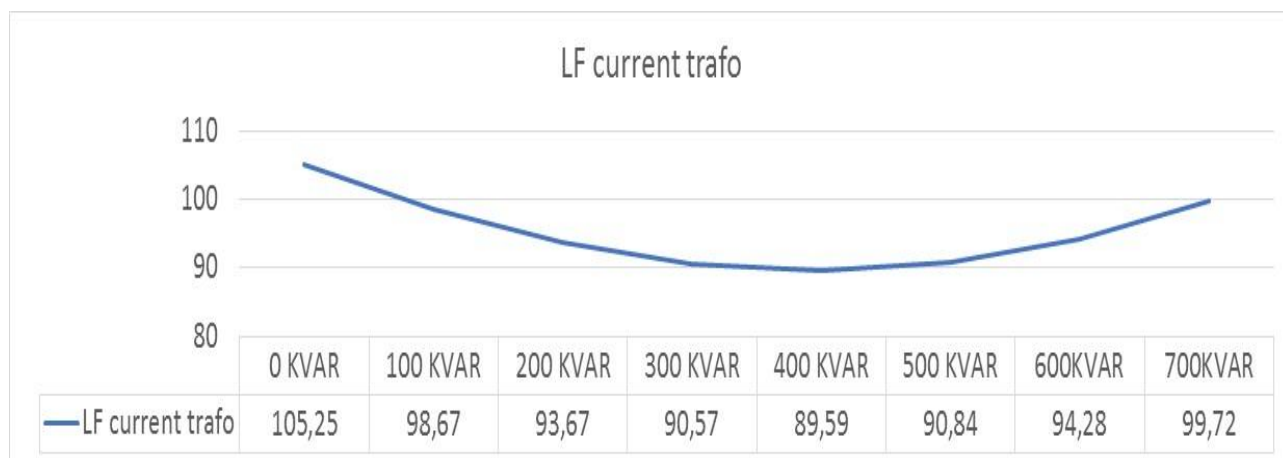
Fonte: simulação do PTW32, 2017.

Analisando a figura 6 é possível observar que no primeiro instante, para banco igual a 0 KVAR, o fator de potência é 0,86 indutivo em virtude da característica da carga e a medida que é incrementado potência reativa capacitiva maior o fp eleva-se até 1, ponto onde há apenas potência ativa. A partir daí, o valor começa a decrescer, pois o sistema começa assumir características capacitivas.

Figura 7 – Evolução da Tensão

Fonte: simulação do PTW32, 2017.

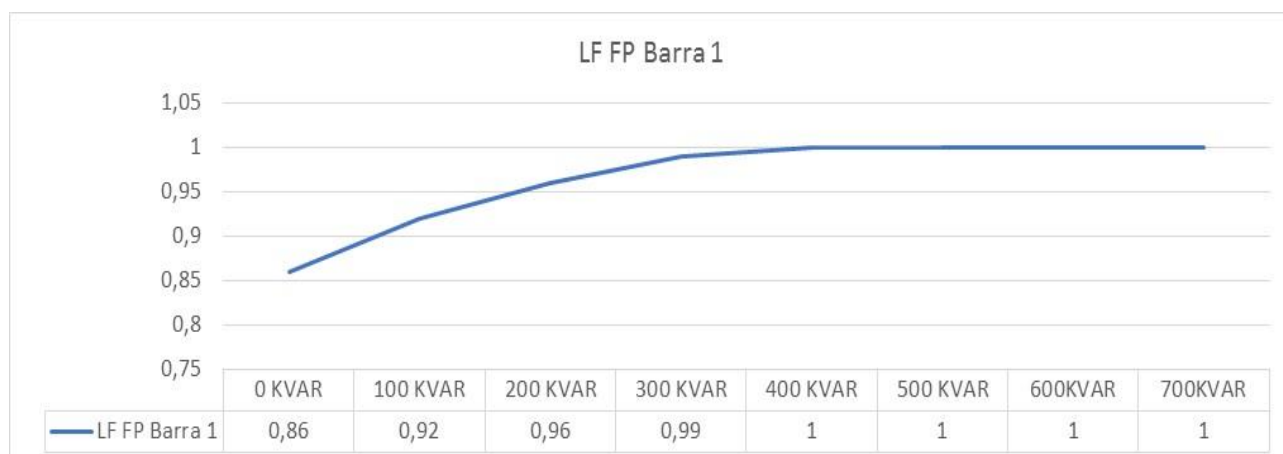
A figura 7 destaca o crescimento da tensão de acordo com o incremento da potência reativa capacitiva. Vale lembrar que esse efeito na tensão, é provocado pelas características capacitivas que o sistema está submetido.

Figura 8 – Evolução da Corrente

Fonte: simulação do PTW32, 2017.

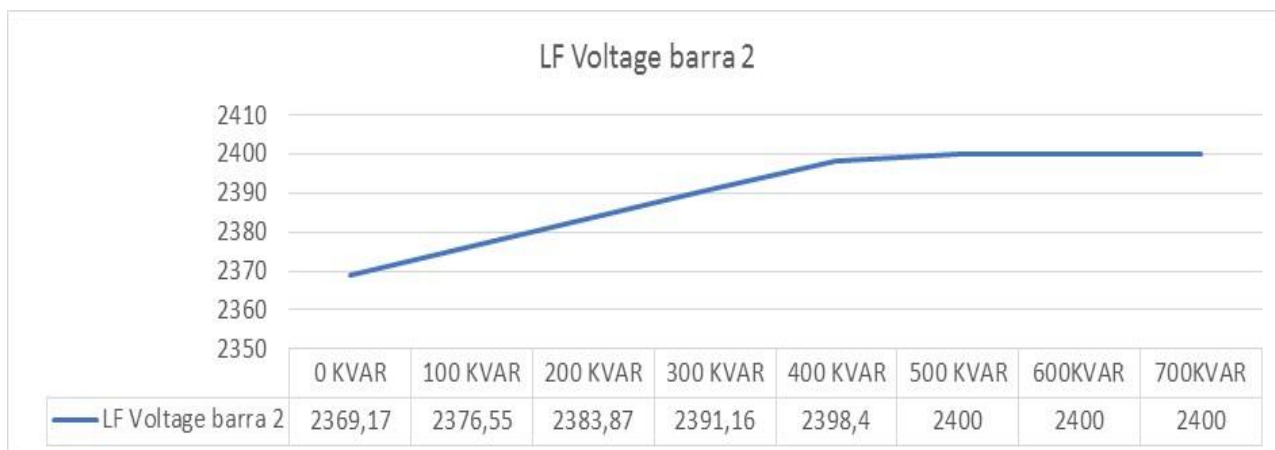
A figura 8 remete-se ao perfil da corrente de acordo com o incremento de reativo capacitivo na linha. Destaca-se nesse caso, que a medida que é percorrido o eixo x, a corrente reduz até um valor mínimo e em seguida aumenta à medida que evolui a potência reativa capacitiva. Este efeito pode ser explicado dividindo o gráfico em duas partes: a primeira até atingir o valor mínimo e a segunda o aumento da corrente. No primeiro caso o sistema possui característica indutiva intrínseca à carga interligada à barra e a medida que ocorre o incremento de KVAR capacitivo, a potência reativa diminui e por consequência a potência aparente também, provocando assim a queda no valor da corrente. Já no segundo, o sistema possui características capacitivas, portanto a cada incremento de potência no banco de capacitor representa um incremento também na potência aparente, provocando assim o aumento da corrente.

As figuras 9, 10 e 11 representam o perfil do fator de potência, tensão na barra 2 e corrente no Trafo, entretanto neste caso o método de compensação de reativos será através de um compensador estático (SVC), lembrando que a carga é constante e a potência reativa capacitiva variável.

Figura 9 – Evolução do Fator de Potência

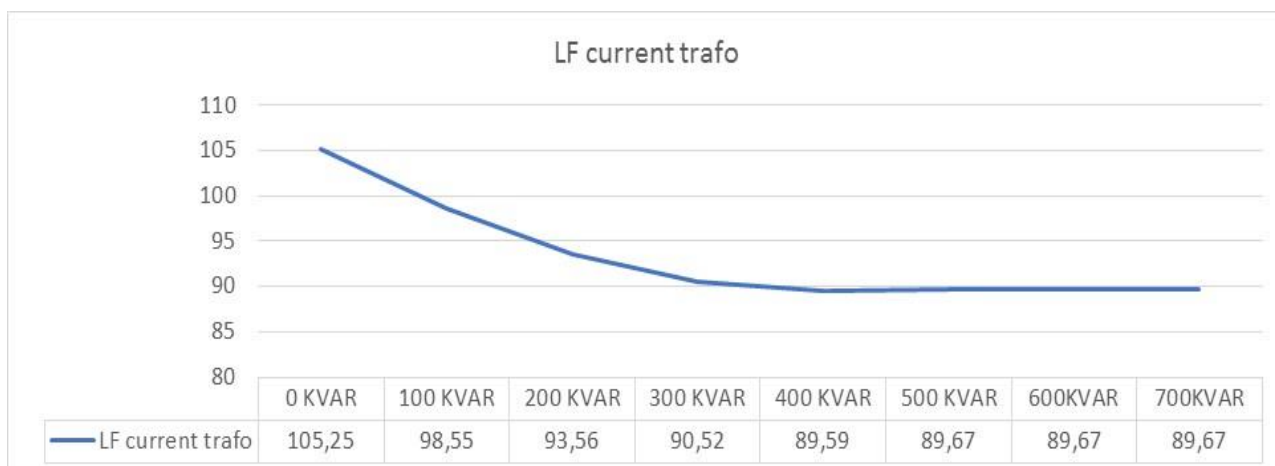
Fonte: simulação do PTW32, 2017.

Figura 10 – Evolução da Tensão



Fonte: simulação do PTW32, 2017.

Figura 11 – Evolução da Corrente

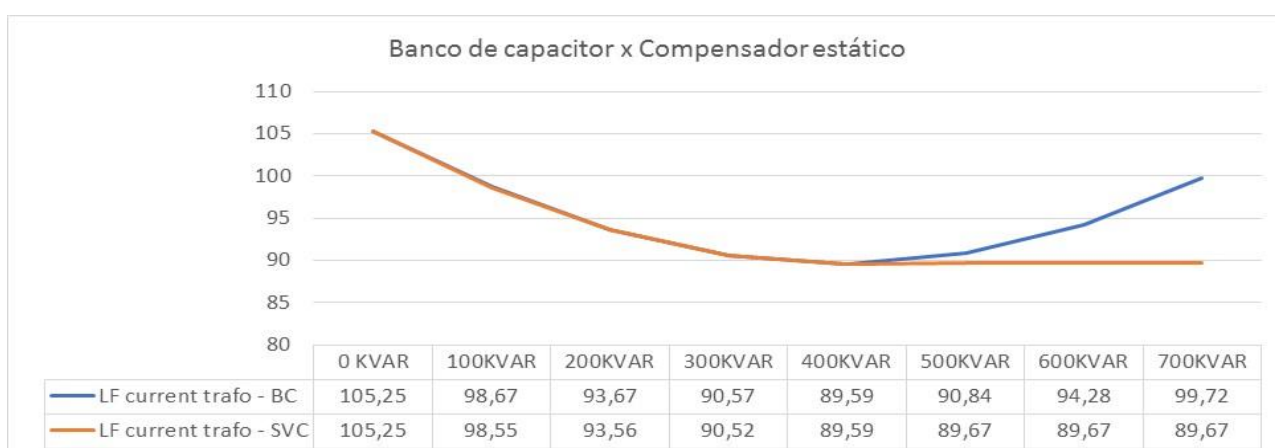
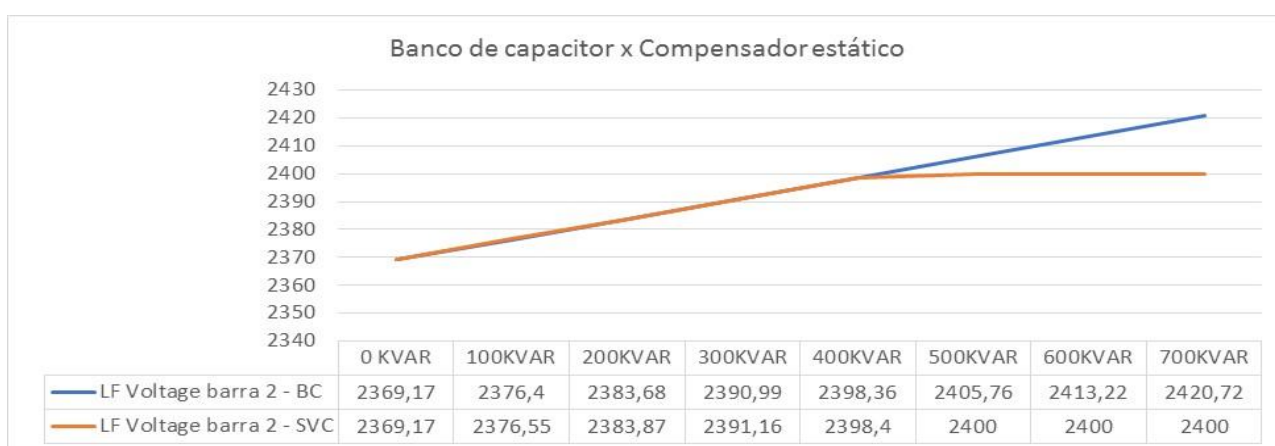
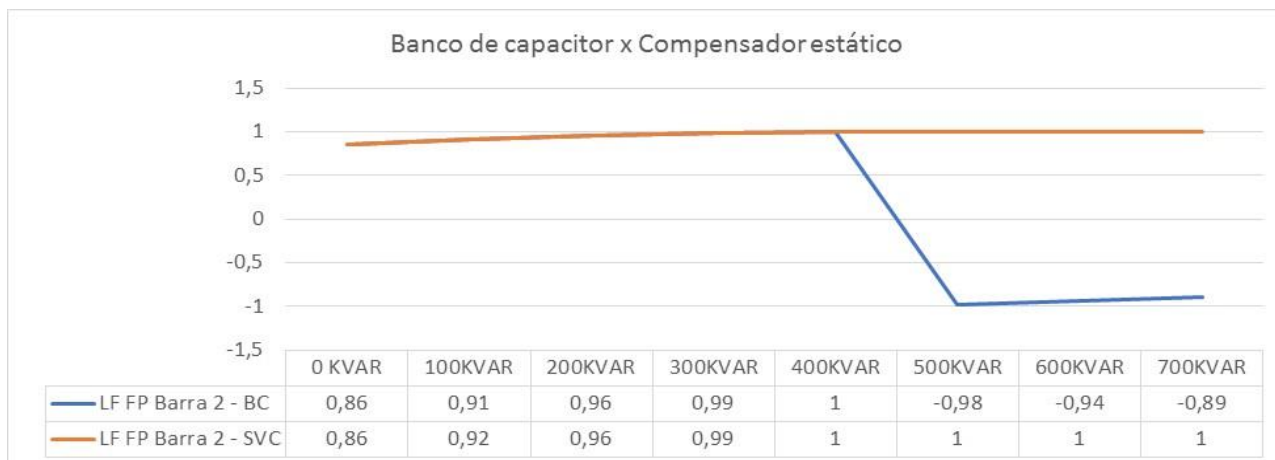


Fonte: simulação do PTW32, 2017.

O comportamento inicial das três curvas assemelha-se com a evolução apresentado pelo incremento no banco de capacitores, todavia o SVC possui uma característica que o difere do banco de capacitor convencional. Conforme explicado no tópico 3.4 sua capacitância é controlada por tiristores, portanto é possível manipular os valores de potência reativa despachada na barra. Destaca-se que a partir de 400KVAR, o valor o SVC é capaz de trazer o f.p. para 1 e a partir daí não utiliza 100% do seu reativo mesmo tendo capacidade para mais, pois controlou o fator de potência em 1 mantendo a tensão e a corrente constantes a partir desse ponto.

Finalizando este tópico do estudo, a figura 12 compara ambos os casos dentro da mesma referência.

Figura 12 – Comparativo entre B.C. versus S.V.C.



Fonte: simulação do PTW32, 2017.

CARGA VARIÁVEL

Neste tópico o estudo levanta o perfil do fator de potência, tensão e corrente utilizando um banco de capacitor de 700 kVar, variando a carga instalada na barra de 750 kVar até 4200 kVar.

No primeiro ponto, a planta está com 01 B.C. fixo de 700 kVar, que faz com que a tensão fique elevada na barra e o fator de potência reativo capacitivo.

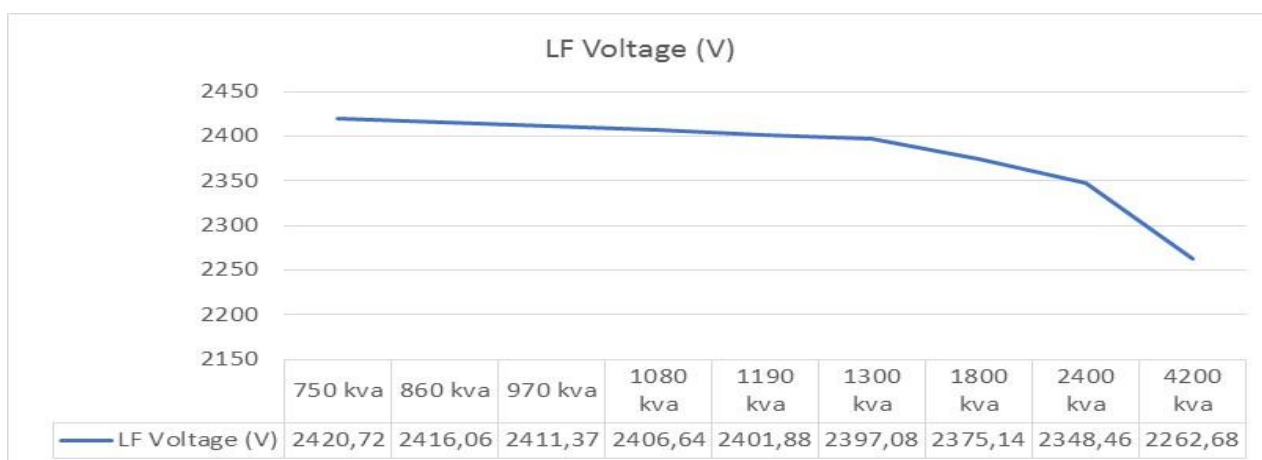
Dessa forma, pode-se observar a evolução das grandezas elétricas com o aumento da carga instalada, nas figuras, o fator de potência na barra passa de potência reativa capacitiva para potência reativa indutiva, a tensão decreta em virtude do acréscimo de carga com características indutivas e a corrente segue o caminho inversamente proporcional à tensão, conforme figuras 13, 14 e 15.

Figura 13 – Evolução do Fator de Potência



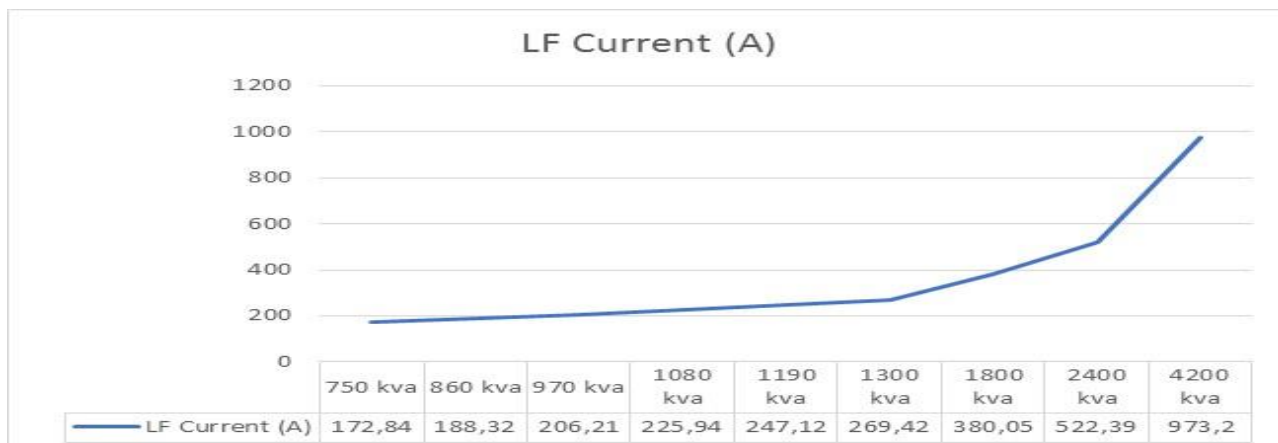
Fonte: simulação do PTW32, 2017.

Figura 14 – Evolução da Tensão



Fonte: simulação do PTW32, 2017.

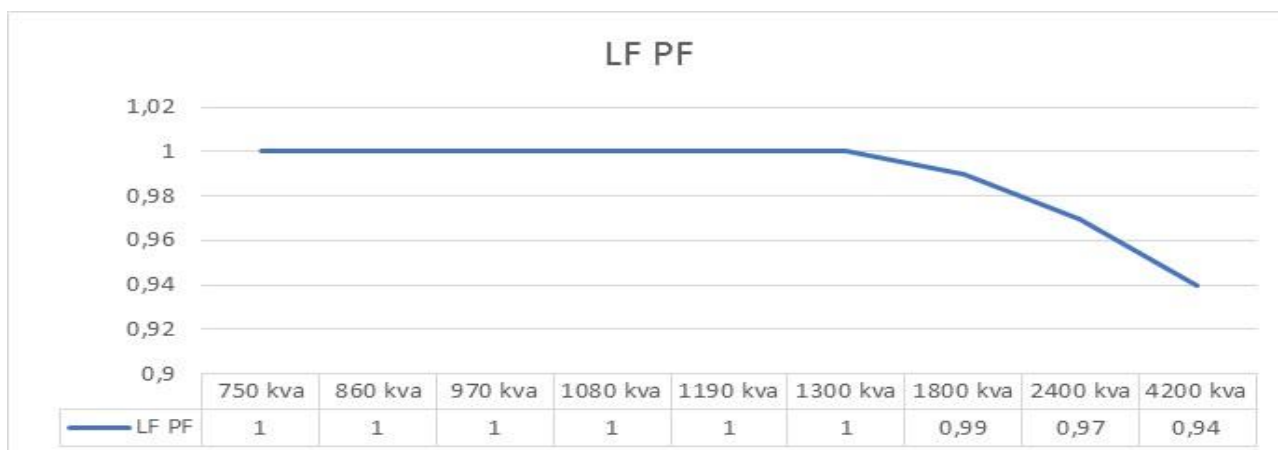
Figura 15 – Evolução da Corrente



Fonte: simulação do PTW32, 2017.

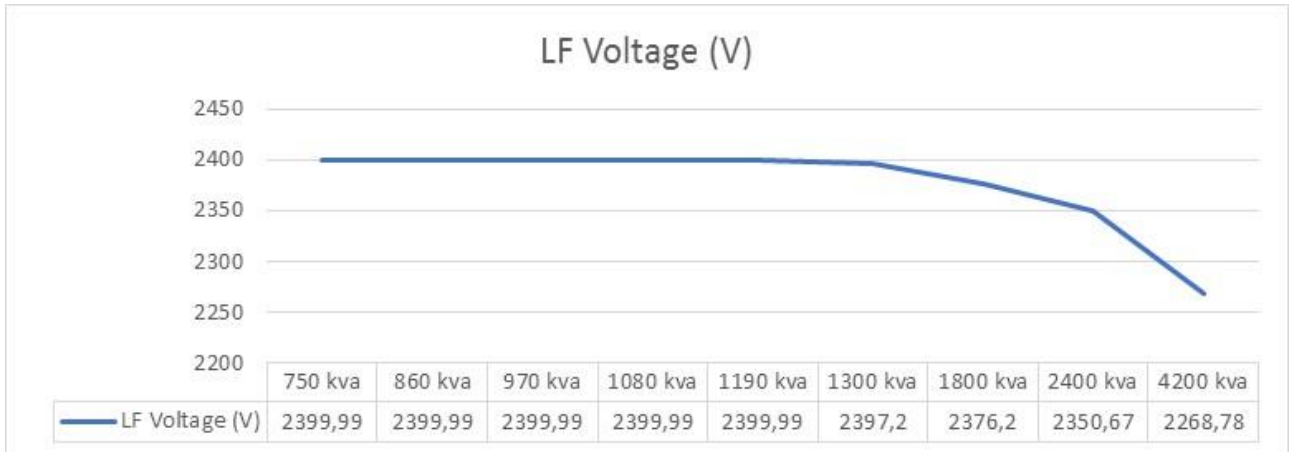
Agora a planta está com o SVC de 700 kVAr modelado para compensar o reativo da planta de modo que a tensão na barra fique com o seu valor nominal. Com essas características em regime o estudo indica que foi verificado que a tensão fica em seu valor nominal até que a potência reativa indutiva ultrapasse o valor de potência reativa do SVC, momento este observado quando a carga instalada fica em seu valor de 1300 kVA, onde o SVC contribui com toda a sua potência reativa capacitiva. Ao aumentarmos a carga na barra para 1800 kVA já é observado a queda de tensão na barra e conseqüentemente a queda do fator de potência, conforme figuras 16, 17 e 18:

Figura 16 – Evolução do Fator de Potência



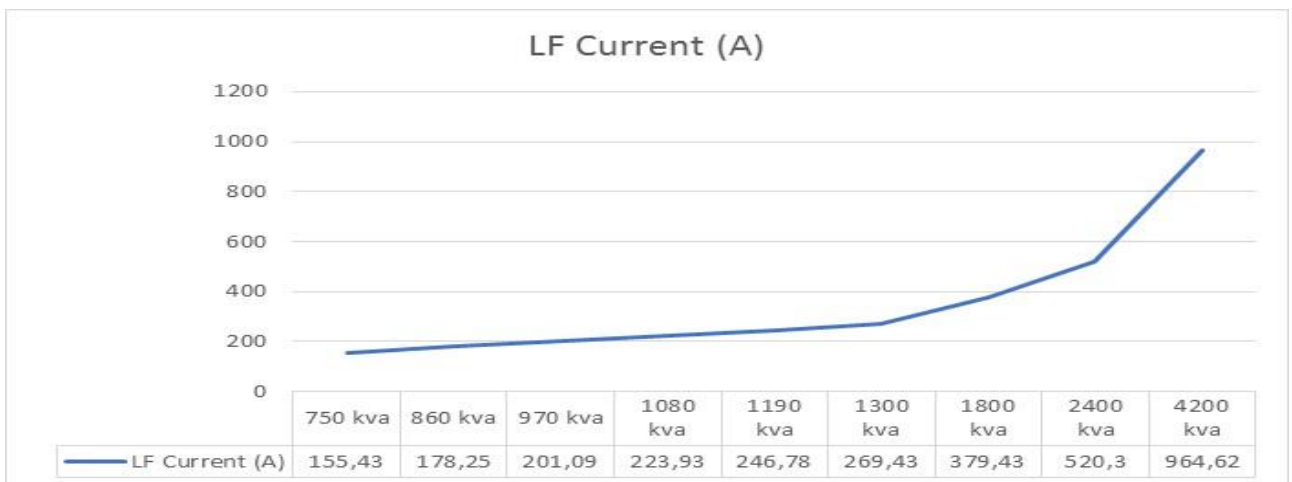
Fonte: simulação do PTW32, 2017.

Figura 17 – Evolução da Tensão



Fonte: simulação do PTW32, 2017.

Figura 18 – Evolução da Corrente



Fonte: simulação do PTW32, 2017.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O controle e a compensação de potência reativa são necessários para manter um perfil de tensão aceitável em todo sistema de distribuição.

Baseado nos resultados apresentados neste estudo observa-se que a utilização de banco de capacitores e SVCs são fundamentais na regulação do fator de potência e tensão.

Dessa forma, é possível ponderar que o banco de capacitor é uma solução prática e barata, no entanto deve ser utilizado com considerações no que tange o controle da tensão e fator de

potência, pois se o valor do banco for acima do demandado, pode ocorrer um aumento indesejado desses parâmetros.

Já o compensador chaveado a tiristor possui um controle mais refinado do fator de potência e tensão no barramento despachando a potência reativa suficiente para estabelecer esses parâmetros dentro do pré-estabelecido, desde que seja respeitado os limites do equipamento. Todavia, a sua implantação se torna mais complexa e onerosa para o investidor.

Visto os resultados das simulações observa-se que o banco de capacitor despacha uma potência reativa nominal do banco, podendo provocar efeitos indesejados no controle do fator de potência, todavia o SVC entrega a potência reativa demandada de acordo com o solicitado pela rede.

REFERÊNCIAS

ANDRÉA BRIGATTO, Gelson Antônio. **?Análise de Contingências em Redes Elétricas: Um estudo do problema reativo através de fatores de sensibilidade e de distribuição** . 1994. 117 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Elétrica)- Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994. 1. Disponível em:

<http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/261319/1/Brigatto_GelsonAntonioAndrea_M.pdf>. Acesso em: 18 set. 2018.

DIXON, JUAN et al. **Reactive Power Compensation Technologies: State-of-the-Art Review** . 2005. 21 f. Artigo (Ms. Eng. and Ph.D. in electrical engineering)- Universidad de Chile, Santiago, 2005. 93. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/1545768/>>. Acesso em: 18 set. 2018.

MENDONÇA DA FONSECA, Fernando. **Modelagem da lógica de chaveamento de elementos reativos externos em compensadores estáticos** . 2010. 173 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Elétrica)- Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2010. 1. Disponível em: <<https://saturno.unifei.edu.br/bim/0037599.PDF>>. Acesso em: 18 set. 2018.

PESSOA DOS SANTOS, Kristian; SOUSA BRAGA MONTE, Augusto César. **COMPENSAÇÃO DE REATIVOS EM SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA** . 2009. 58 f. Dissertação (Graduado em Engenharia Elétrica - Eletrotécnica.)- Universidade Estadual do Piauí, Teresina, 2009. 1. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABumsAH/monografia-compensacao-reativos-sistemas-eletricos-potencia>>. Acesso em: 18 set. 2018.

SILVA NATURESA, JIM. **A INFLUÊNCIA DE COMPENSADORES ESTÁTICOS DE REATIVOS NA ESTABILIDADE DE TENSÃO DE SISTEMAS DE ENERGIA ELÉTRICA** . 2001. 89 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Elétrica)- Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001. 1. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/260083/1/Naturesa_JimSilva_M.pdf>. Acesso em: 18 set. 2018.