



e-TEC

Revista de Tecnologia e Ciência

Editora Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina

Edição V1 – ano 2021 – Londrina Paraná

Corpo Editorial

*Editor Chefe – Edição V1-2021
Prof. Dr. Vicente de Lima Gongora*

Comitê Executivo

*Prof.^a Adriana G. Carvalho
Prof. Antônio Carlos Rodrigues
Prof. Aparecido S. Dos Santos
Prof.^a Dra. Camila F. Oliveira
Prof. Fábio Rodrigo Milanez
Prof. Renato Kazuo Miyamoto
Prof. Dr. Rodolfo A. Hildebrandt
Prof. Wesley Candido da Silva*

*Editora: Faculdade de Tecnologia Senai Londrina
ISSN: 2358-5528*

Direitos reservados

*Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina
Rua Belém, 844 – Londrina PR.
43 -3294-5100 – faculdade.londrina@sistemapfiep.org.br*

*Partes desta publicação poderão ser reproduzidas, sem a
autorização prévia e escrita da Editora Faculdade da Indústria SENAI
Londrina, desde que citada a fonte.*

*Este periódico publica nomes individuais, comerciais, marcas
registradas e produtos pertencentes a diversas companhias. O Editor
utiliza-se destes nomes somente para fins editoriais e em benefício dos
proprietários dos nomes e marcas, sem intenção de atingir seus
direitos. Observa-se ainda que os dados contidos nos artigos são de
responsabilidade dos próprios autores.*

e-TEC

Revista de
Tecnologia e
Ciência

Prefacio

Neste início de semestre letivo, em meio a um regime de exceção sanitária, entende-se que é de fundamental importância a utilização dos recursos tecnológicos, para que a realização das atividades mantenha qualidade; e, se consiga acompanhar as entregas. Já faz tempo em que a educação era entendida como conhecimento proveniente do educador para o educando.

Na educação contemporânea, a realimentação do modo de funcionamento é essencial e necessária para que possamos corrigir algumas questões que possam ser identificadas, através de indicadores avaliativos e questionários de autoavaliação que a Faculdade da Indústria SENAI Londrina realiza periodicamente.

Entre a moderna educação tal qual em um sistema de controle industrial, existe a necessidade de se implementar um adequado projeto de sistema para que o controle das variáveis de processo seja observado; e, necessário se observar uma série de critérios que seguem normativas pré-estabelecidas para a conformidade do processo; a fim de, se obter as certificações de qualidade.

Implementar apenas um projeto puro e simples ou executá-lo na indústria, não é condição suficiente para garantir qualidade no produto final. É preciso mais do que isso! É preciso o acompanhamento e a correção das variáveis dentro dos parâmetros estabelecidos, para que o controle do produto seja efetivo.

Condição que ocorre da mesma forma para a educação em engenharias e tecnologias, a fim de que, seja garantido o perfil do egresso estabelecido nos projetos de curso, tanto para as Engenharias quanto para cursos de Tecnologia, é necessário a realimentação dos processos, entendendo as autoavaliações, as avaliações externas e dialogar com a comunidade acadêmica os pontos relativos observados para a otimização de ações corretivas, ou outras, tais como inserção de novas tecnologias ou conteúdos formativos, que possam ser inseridos devido as rápidas mudanças e exigências do mercado que possam surgir; ampliando o perfil profissional.

Boa leitura e Forte abraço, prof. Dr. Vicente Gongora

Sumário

Capítulo I – Um Estudo do Número de Casos Confirmados do Coronavírus na Cidade de Londrina Pr.	5
Capítulo II – Um Estudo do Número de Casos Confirmados do Coronavírus na Cidade de Curitiba Pr.....	16
Capítulo III - Compensação de Afundamentos de Tensão Utilizando Restaurador Dinâmico de Tensão (DVR) em Circuitos de Média Tensão.....	25
Capítulo IV – Open-Tec: Eficiência Energética UMMC.....	46

Capítulo I – Um Estudo do Número de Casos Confirmados do Coronavírus na Cidade de Londrina Pr.

Gustavo Vieira Silva¹

Marcia Regina Rodrigues²

Matheus Rossatto Gomes³

Dr(a). Camila Fogaça de Oliveira⁴

RESUMO

A pandemia vem afetando a vida de muitas as pessoas em todo território nacional e mundial. Além de se tratar de uma doença muito séria, a falta de informações consolidadas e a desinformação vêm sendo um dos grandes desafios para os governos municipais, estaduais e federais. Dentre as necessidades para análise das informações sobre a pandemia, está a projeção de avanços da doença utilizando ferramentas/técnicas de probabilidade e estatística consolidadas na literatura para que possam estimar o avanço da doença. Para minimizar o problema da desinformação e atender as reais necessidades da sociedade com relação a propagação do SARS-CoV-2, nosso trabalho consiste em realizar um estudo matemático voltado para análise do impacto do vírus na população da cidade de Londrina – PR.

Palavras-chave: Probabilidade e Estatística. Modelagem matemática. Coronavírus. Curva logística. Método de Ford-Walford.

TÍTULO EM LÍNGUA ESTRANGEIRA

ABSTRACT

The pandemic has affected the lives of many people across national and world territory. In addition to being a very serious disease, the lack of consolidated information and misinformation have been one of the great challenges for municipal, state and federal governments. Among the needs for analyzing information about the pandemic, there is the projection of advances in the disease using probability and statistical tools/techniques consolidated in the literature so that they can estimate the advance

¹ Graduando em Engenharia de Software.

² Graduanda em Engenharia de Software.

³ Graduando em Engenharia de Software.

⁴ Docente Doutora da Faculdade da Indústria Senai Londrina; camila.oliveira@sistemafiep.org.br

of the disease. To minimize the problem of misinformation and meet the real needs of society regarding the spread of SARS-CoV-2, our work consists of carrying out a mathematical study aimed at analyzing the impact of the virus on the population of the city of Londrina - PR.

Key-words: Probability and Statistics. Mathematical modeling. Coronavirus. Logistic curve. Ford-Walford method.

1. INTRODUÇÃO

O Coronavírus 2019 (COVID-19), que surgiu no fim do ano de 2019 como uma epidemia em Wuhan, província da China, foi classificada como uma pandemia e uma emergência de saúde pública internacional pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em janeiro de 2020. Se trata de uma doença infecciosa causada por um tipo de vírus conhecido como Sars-COV-2.

Em decorrência da pandemia, toda a comunidade global iniciou estudos para tentar fornecer evidências aos provedores de saúde, governos e pacientes para melhor auxiliar na compreensão e tratamento da infecção, gerando, assim, uma grande quantidade de dados e informações sobre a doença e suas características.

Inúmeras fontes no Brasil estão compartilhando os dados mais recentes sobre a COVID-19. Esses dados são alimentados por rastreadores da doença em todo o país em tempo real. Nessa mesma linha, várias áreas metropolitanas do país estão armazenando e compartilhando informações sobre a infecção.

Desta forma, este projeto está associado a uma aplicação que contém um modelo matemático voltado para análise do impacto do vírus na população da cidade de Londrina. Para realizar tal estudo, foi utilizado uma base de dados oficial do DataSus, disponível no Painel Coronavírus.

Para a análise dos dados, este projeto traz um estudo matemático para a curva da quantidade de indivíduos infectados pelo COVID-19 na cidade Londrina-PR, com o objetivo de prever a quantidade máxima de pessoas infectadas.

Para este estudo é considerado o acumulado semanal de casos confirmados, informados diariamente pelos órgãos oficiais. Adotou-se esse formato de pesquisa semanal para acompanhamento dos casos confirmados para que pequenas

alterações no cenário não venham causar grandes impactos na modelagem dos dados.

O modelo matemático aplicado neste estudo e que melhor representou da evolução de casos acumulados, foi o modelo Logístico, um modelo de regressão que calcula a probabilidade de um dado elemento apresentar como classificação negativa ou positiva, no caso, infectado ou não-infectado.

Ainda, com base nos estudos das aulas de Probabilidade e Estatística, foi utilizado um outro modelo matemático referente à análise da fórmula de dispersão da curva de contágio. O modelo denominado de Ford Walford, o qual consistiu em considerar uma sequência de pontos e gerar uma função por meio do ajuste dos pontos à curva e assim calcular o ponto de estabilização da curva.

Este projeto utiliza a tecnologia de ciência dos dados e uma aplicação Java para desenvolver uma plataforma de monitoramento e análise dos dados do Covid-19 em relação aos casos confirmados, óbitos e, recuperados para a cidade de Londrina. A aplicação também possui a finalidade de manter a comunidade local informada sobre dos avanços da doença na cidade.

2. METODOLOGIA E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na Tabela 1 encontram-se os dados da quantidade de pessoas infectadas pelo Coronavírus em 2020 na cidade de Londrina-PR. Tais dados estão classificados pelo número de casos acumulados e assim podemos observar o aumento da evolução de casos semanais nesse ano.

Tabela 1 - Casos confirmados acumulados por semana em Londrina - PR

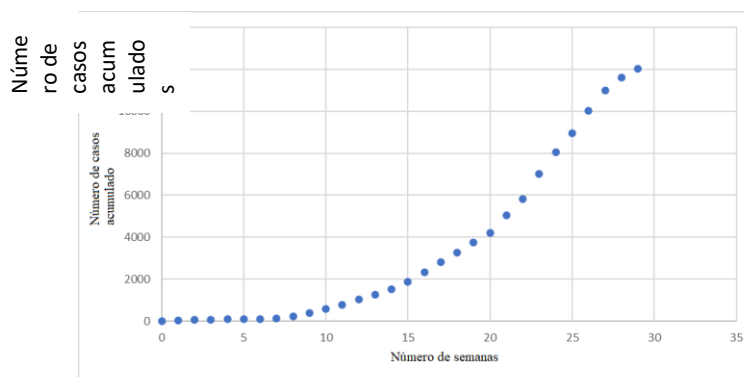
Data	Número de semanas	Número de casos acumulados
27/03/2020	0	0
03/04/2020	1	30
10/04/2020	2	61
17/04/2020	3	78
24/04/2020	4	93
01/05/2020	5	104
08/05/2020	6	110
15/05/2020	7	125
22/05/2020	8	227

29/05/2020	9	375
05/06/2020	10	570
12/06/2020	11	768
19/06/2020	12	1026
26/06/2020	13	1253
03/07/2020	14	1512
10/07/2020	15	1873
17/07/2020	16	2321
24/07/2020	17	2823
31/07/2020	18	3264
07/08/2020	19	3736
14/08/2020	20	4207
21/08/2020	21	5049
28/08/2020	22	5807
04/09/2020	23	7023
11/09/2020	24	8062
18/09/2020	25	8956
25/09/2020	26	10006
02/10/2020	27	11004
09/10/2020	28	11597
16/10/2020	29	12013

Fonte: CORONAVIRUS BRASIL Painel Coronavírus.
Disponível em: <https://covid.saude.gov.br>. Acesso em: 21 out. 2020.

O gráfico de dispersão, construído a partir da Tabela 1, apresenta a relação entre o número de casos acumulados pelo Coronavírus e o número de semanas na cidade de Londrina, sendo possível perceber que os casos começam a surgir significativamente a partir da 10ª semana e apresentam um indício de estabilidade na 29ª semana, indicando assim um possível limitante.

Gráfico 1 - Gráfico de Dispersão



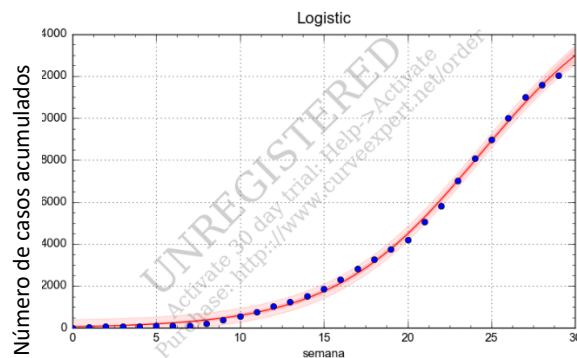
Fonte: Autor (2020).

Número de semanas

Para análise da evolução dos casos acumulados, foi utilizado o software CurveExpert e o modelo matemático que melhor representou os dados foi o Logístico, descrito por:

$$y(t) = \frac{16475}{(1 + 265e^{-0,229t})}$$

Gráfico 2 - Gráfico de dispersão modelo logístico



Fonte: Autor (2020).

Onde: t representa o número de semanas desde o primeiro caso confirmado e y(t) o número de casos confirmados acumulados.

O modelo Logístico prevê que o limite de casos confirmados é de 16.475 pessoas, ou seja,

$$\lim_{x \rightarrow \infty} y = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{16475}{(1 + 265e^{-0,229t})} = 16475.$$

Pelo Gráfico 2, podemos verificar que curva está crescendo exponencialmente, porém caminha para um limitante no qual ainda é desconhecido. Mas se continuar mantendo a taxa de crescimento da curva decrescente e próximo de zero à medida que aumenta a quantidade de semanas, a cidade de Londrina-PR está se direcionando ao seu limite máximo de casos confirmados do vírus Sars-COV-2. Neste caso, atingirá 16000 casos confirmados em 39 semanas a partir da primeira semana de contágio.

Método de Ford-Walford

Neste método observa-se que próximo ao momento de estabilização do modelo matemático, o número de infectados y_n deverá ter uma variação pequena de uma semana para outra, ou seja, $y_n \cong y_{n+1}$. O método de Ford - Walford consiste em considerar uma sequência de pontos (y_n, y_{n+1}) , realizar o ajuste de pontos por uma função e calcular o ponto de estabilização k .

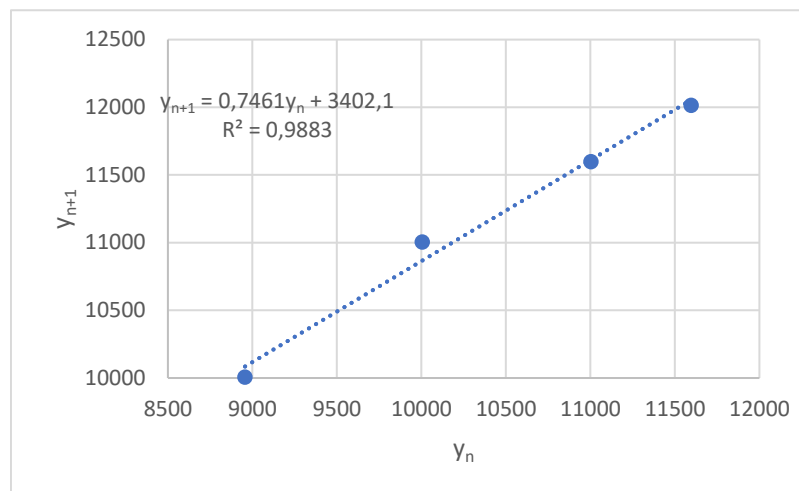
Considerando pontos da Tabela 2 foi possível construir o Gráfico 3.

Tabela 2 - Método Ford Walford

y_n	y_{n+1}
0	30
30	61
61	78
78	93
93	104
104	110
110	125
125	227
227	375
375	570
570	768
768	1026
1026	1253
1253	1512
1512	1873
1873	2321
2321	2823
2823	3264
3264	3736
3736	4207
4207	5049
5049	5807
5807	7023
7023	8062
8062	8956
8956	10006
10006	11004
11004	11597
11597	12013
12013	

Fonte: Autor (2020).

Gráfico 3 - Método Ford-Walford



Fonte: Autor (2020).

A função $y_{n+1} = 0,7461y_n + 3402,1$ ajusta esses pontos, com coeficiente de determinação 0,9883. Como o ponto de estabilização $k = y_n \cong y_{n+1}$, temos:

$$k = 0,7461k + 3402,1$$

$$1k - 0,7461k = 3402,1$$

$$0,2539k = 3402,1$$

Portanto, o número máximo de casos confirmados é de $k \cong 13399$ casos. Para

estimar os valores de a e b , linearizou-se o modelo logístico $y(t) = \frac{k}{1+be^{at}}$. Assim,

$$y + ybe^{at} = k$$

$$ybe^{at} = k - y$$

$$be^{at} = \frac{k - y}{y}$$

$$\ln be^{at} = \ln \left(\frac{k - y}{y} \right)$$

$$\ln b + \ln e^{at} = \ln \left(\frac{k - y}{y} \right)$$

$$\ln b + at = \ln \left(\frac{k - y}{y} \right)$$

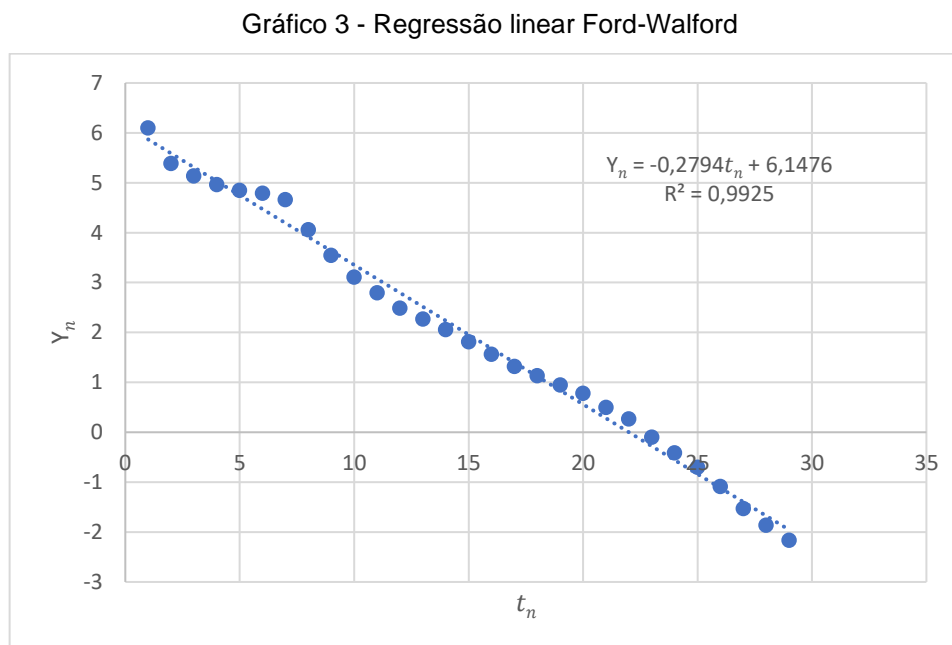
Desse modo, podemos considerar $Y = \ln \left(\frac{k - y}{y} \right)$ e $Y = at + \ln b$. Como $k = 13399$ então $Y = \ln \left(\frac{13399 - y}{y} \right)$ (Tabela 3).

Tabela 3 - Linearização do modelo logístico

t_n	y_n	$Y_n = \ln \left(\frac{13399 - y}{y} \right)$
0	0	
1	30	6,099496491
2	61	5,387498519
3	78	5,14038819
4	93	4,963370847
5	104	4,850752405
6	110	4,794211539
7	125	4,665248776
8	227	4,060898626
9	375	3,547623062
10	570	3,113827151
11	768	2,800119656
12	1026	2,489848932
13	1253	2,271459222
14	1512	2,062012088
15	1873	1,81706393
16	2321	1,562963032
17	2823	1,320787134
18	3264	1,133041343
19	3736	0,950288639
20	4207	0,781583736
21	5049	0,503071335
22	5807	0,268030975
23	7023	-0,096649536
24	8062	-0,412497967
25	8956	-0,700993875
26	10006	-1,081470427
27	11004	-1,524875612
28	11597	-1,861849285
29	12013	-2,159567496

Fonte: Autor (2020).

A partir da Tabela 3 foi possível construir o gráfico de dispersão 3, sendo possível observar a tendência linear entre t_n e Y_n .



Fonte: Autor (2020).

Como $Y_n = -0,2794t_n + 6,1476$ e $\ln\left(\frac{k-y}{y}\right) = at + \ln b$, temos que $a = -0,2794$, $\ln b = 6,1476$ e $b = e^{6,1476} = 467,59381$. Portanto, o modelo matemático que descreve o número de casos confirmados acumulados utilizando o método de Ford-Walford é descrito por:

$$y(t) = \frac{k}{1 + be^{at}}$$

$$y(t) = \frac{13399}{1 + 467,59381e^{-0,2794t}}$$

A Tabela 4 apresenta a comparação dos dados reais com os dados simulados utilizando o método de Ford-Walford.

Tabela 4 - Validação dos resultados utilizando o método de Ford-Walford

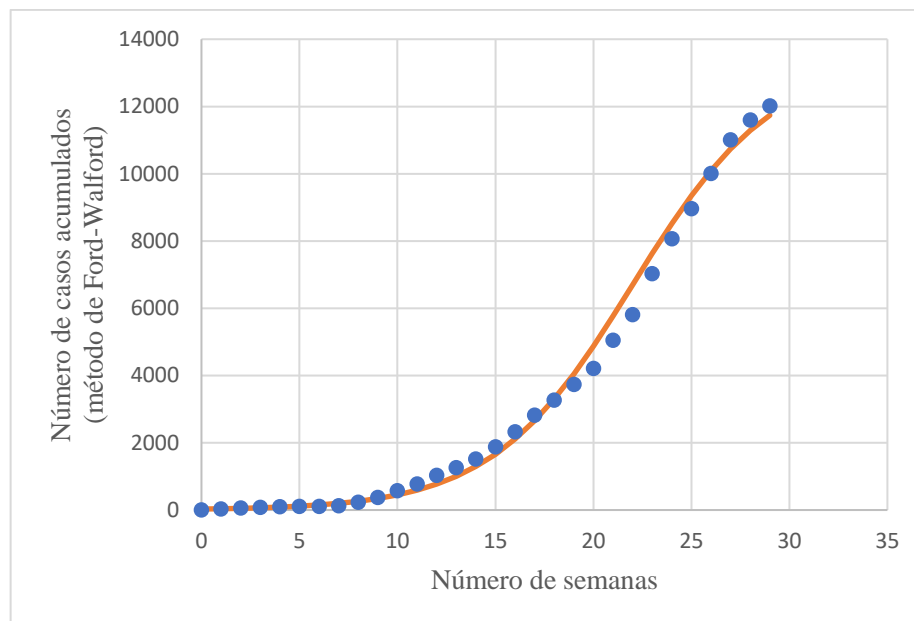
Número de semanas	Número de casos acumulados	Número de casos acumulados (Ford Walford)	Erro %
0	0	28,59406103	-
1	30	37,7849697	26%
2	61	49,91905665	18%

3	78	65,93059894	15%
4	93	87,044357	6%
5	104	114,8613818	10%
6	110	151,4668284	38%
7	125	199,5628994	60%
8	227	262,6284059	16%
9	375	345,1026887	8%
10	570	452,5843932	21%
11	768	592,0229447	23%
12	1026	771,8604121	25%
13	1253	1002,052393	20%
14	1512	1293,860193	14%
15	1873	1659,271567	11%
16	2321	2109,894869	9%
17	2823	2655,218886	6%
18	3264	3300,283428	1%
19	3736	4043,087138	8%
20	4207	4872,412614	16%
21	5049	5766,993193	14%
22	5807	6696,820228	15%
23	7023	7626,750514	9%
24	8062	8521,625382	6%
25	8956	9351,39451	4%
26	10006	10094,73516	1%
27	11004	10740,37303	2%
28	11597	11286,25935	3%
29	12013	11737,40099	2%

Fonte: Autor (2020).

O gráfico de dispersão, construído a partir da Tabela 4, apresenta a relação entre o número de casos acumulados pelo Coronavírus e o número de casos acumulados simulados a partir do método de Ford-Walford.

Gráfico 4 - Regressão linear Ford-Walford



Fonte: Autor (2020).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos estudos de Probabilidade e Estatística, realizamos uma análise do contágio causado pelo vírus Sars-CoV-2, mais conhecido como COVID-19, na cidade de Londrina – PR, utilizando dois métodos: logístico e Ford Walford. No modelo logístico verificamos que a curva de casos confirmados está crescendo exponencialmente, entretanto caminha em direção a um limitante no qual está previsto para começar por volta da 29^a semana de contágio. Ao estudarmos o método de Ford-Walford vemos que ao se aproximar de um momento de estabilidade no contágio do vírus COVID-19, o número de infectados y_n deverá ter uma variação pequena entre uma semana para outra, sendo assim, $y_n \cong y_{n+1}$. O método de Ford-Walford consiste em considerar uma sequência de pontos pré-estabelecidos (y_n, y_{n+1}) , realizando assim, um ajuste entre tais pontos da função e calculando o ponto em que ocorrerá uma possível estabilização de k .

O modelo matemático aplicado neste estudo e que melhor representou da evolução de casos acumulados, foi o modelo Logístico, devido ao seu ponto de estabilização k . Nesse caso, devemos considerar que há outros fatores que podem alterar o resultado deste estudo, pois, pequenas alterações no cenário da pandemia

causam grandes impactos no modelamento. Deste modo, os resultados deste estudo precisam ser utilizados com bastante cautela.

REFERÊNCIAS

CORONAVIRUS BRASIL. **Painel Coronavírus**. Disponível em:
<<https://covid.saude.gov.br>>. Acesso em: 21 out. 2020.

Capítulo II – Um Estudo do Número de Casos Confirmados do Coronavírus na Cidade de Curitiba Pr.

Guilherme Henrique Antunes Sanches⁵

Gabriel Bartoczevicz Linhares Papera⁶

Luiz Eduardo do Nascimento⁷

Camila Fogaça de Oliveira⁸

RESUMO

Neste trabalho realizamos um estudo do número de casos confirmados de SARS-CoV-2 na região de Curitiba, no Paraná. Utilizamos de métodos estatísticos com o intuito de realizar a previsão da quantidade máxima de pessoas contaminadas.

Palavras-chave: Probabilidade e Estatística. Modelagem matemática. Coronavírus. Curva logística. Método de Ford-Walford.

TÍTULO EM LÍNGUA ESTRANGEIRA

ABSTRACT

In this work, we carried out a study of the number of confirmed cases of SARS-CoV-2 in the region of Curitiba, Paraná. We use statistical methods in order to predict the maximum number of contaminated people.

Key-words: Probability and Statistics. Mathematical modeling. Coronavirus. Logistic curve. Ford-Walford method.

Neste trabalho realizamos uma pesquisa sobre a quantidade de notificações de casos confirmados de SARS-CoV-2 na região de Curitiba, no Paraná. Vamos usar alguns métodos estatísticos para realizar a previsão da quantidade máxima de

⁵ Graduando em Engenharia de Software. E-mail: guilherme.sanches00412766@sesisenaipr.org.br

⁶ Graduando em Engenharia de Software. E-mail: gabriel.linhares@sesisenaipr.org.br

⁷ Graduando em Engenharia de Software. E-mail: luis.nascimento3@sesisenaipr.org.br

⁸ Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: camila.oliveira@sistemafiep.org.br

infectados. Os dados que serão usados para os cálculos são coletados do site do Governo Federal, o Painel Coronavírus, durante o ano de 2020.

Tabela 1 - Casos confirmados acumulados por semana em Curitiba - PR

Data	Número de semanas	Semana EPI	Número de casos acumulados
27/03/2020	1	13	0
03/04/2020	2	14	114
10/04/2020	3	15	251
17/04/2020	4	16	335
24/04/2020	5	17	397
01/05/2020	6	18	453
08/05/2020	7	19	514
15/05/2020	8	20	607
22/05/2020	9	21	728
29/05/2020	10	22	921
05/06/2020	11	23	1231
12/06/2020	12	24	1579
19/06/2020	13	25	2253
26/06/2020	14	26	3208
03/07/2020	15	27	5154
10/07/2020	16	28	8431
17/07/2020	17	29	11338
24/07/2020	18	30	14324
31/07/2020	19	31	17810
07/08/2020	20	32	20633
14/08/2020	21	33	23419
21/08/2020	22	34	25559
28/08/2020	23	35	27833
03/09/2020	24	36	30067
10/09/2020	25	37	32077
17/09/2020	26	38	34491
24/09/2020	27	39	36488
01/10/2020	28	40	38216
07/10/2020	29	41	39668
14/10/2020	30	42	39848
20/10/2020	31	43	40193

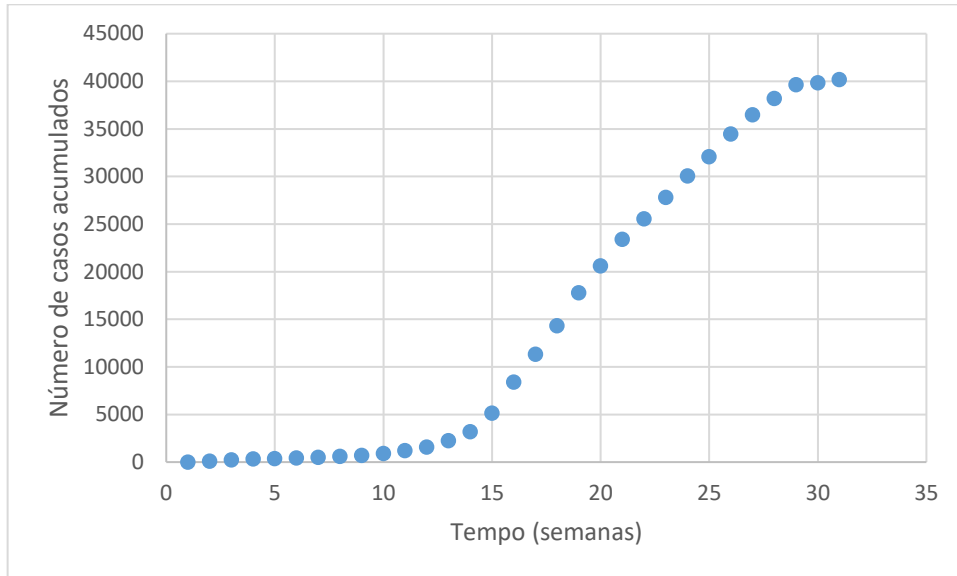
Fonte: CORONAVÍRUS BRASIL. Painel Coronavírus.

Disponível em: <https://covid.saude.gov.br>. Acesso em: 21 out. 2020.

O gráfico de dispersão, construído a partir da Tabela 1, apresenta a relação entre o número de casos acumulados pelo Coronavírus e o número de semanas na

cidade de Curitiba, onde o eixo x representa a semana epidemiológica e o eixo y representa o número de casos confirmados.

Gráfico 1 - Gráfico de Dispersão



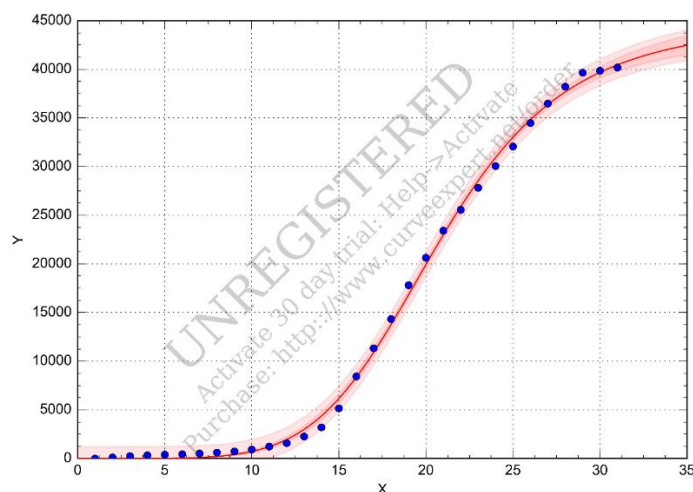
Fonte: Autor (2020).

O Gráfico 1 é crescente, no entanto, esse crescimento é limitado. Podemos notar que a taxa de crescimento do número de casos confirmados diminui entre as semanas 28 e 31.

Crescimento Logístico

De acordo com as informações da Tabela 1, utilizamos o software Curve Expert para determinar uma curva adequada que relaciona o número de casos acumulados pelo Coronavírus e o número de semanas na cidade de (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Modelo logístico



Fonte: Autor (2020).

A função Logística demonstra o comportamento da curva, onde ela ainda não atingiu o seu limite. A equação (1) é a representação do comportamento do gráfico (2).

$$y = \left(\frac{44750}{1 + \left(\frac{t}{20,79} \right)^{-5,62}} \right) \quad (1)$$

De acordo com (1), calculamos o limite da equação (2), onde o limite dos casos pode ser de até 44750 casos na cidade de Curitiba.

$$\lim_{x \rightarrow \infty} = \left(\frac{44750}{1 + \left(\frac{t}{20,79} \right)^{-5,62}} \right) \quad (2)$$

Substituindo o valor de y de (1) com o resultado 44749, podemos calcular quando o número de casos acumulados irá atingir o seu ponto máximo, desde que não haja alterações no cenário de pandemia, em aproximadamente, 140 semanas.

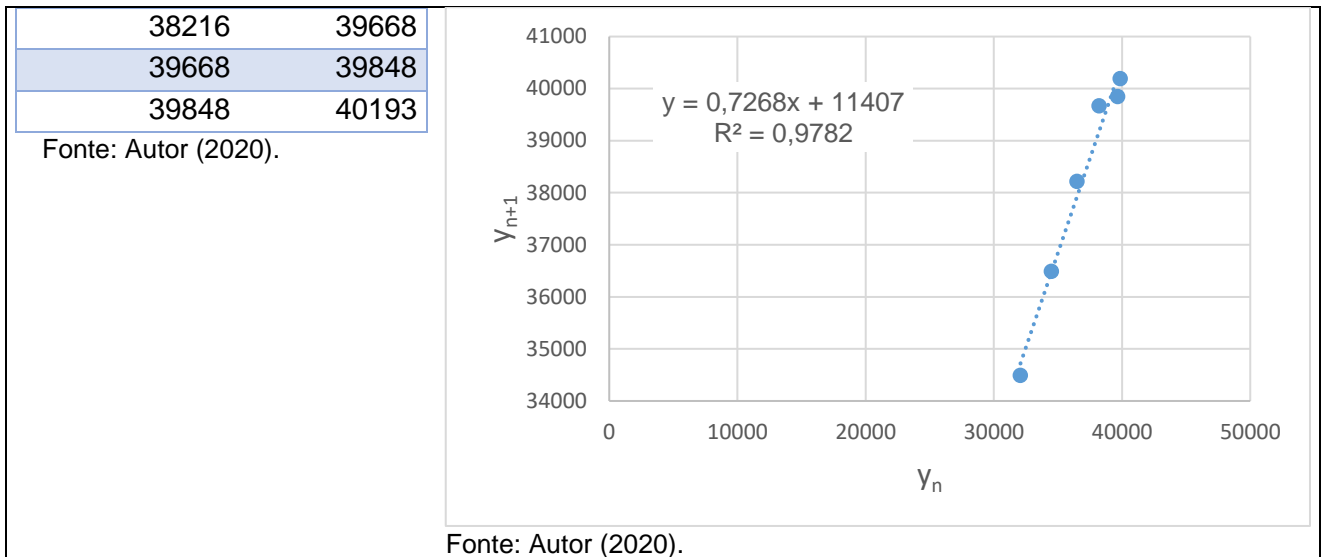
Método de Ford-Walford

Essa sessão do trabalho tem a mesma finalidade de estimar a quantidade máxima de pessoas contaminadas na cidade de Curitiba, mas utilizaremos o método de Ford-Walford.

Observa-se que próximo ao momento de estabilização do modelo matemático, o número de infectados y_n deverá ter uma variação pequena de uma semana para outra, ou seja, $y_n \cong y_{n+1}$. O método de Ford - Walford consiste em considerar uma sequência de pontos (y_n, y_{n+1}) , realizar o ajuste de pontos por uma função e calcular o ponto de estabilização k .

Considerando os dados da Tabela 2 foi possível construir o Gráfico 3.

Tabela 2 - Método Ford-Walford		Gráfico 3 - Método Ford-Walford	
y_n	y_{n+1}		
32077	34491		
34491	36488		
36488	38216		



A função $y_{n+1} = 0,7268y_n + 11407$, ajusta esses pontos, com coeficiente de determinação 0,9782. Como o ponto de estabilização $k = y_n \cong y_{n+1}$, temos:

$$k = 0,7268k + 11407$$

$$1k - 0,7268k = 11407$$

$$0,2732k = 11407$$

Portanto, o número máximo de casos confirmados é de $k \cong 41753,29$ casos. Para estimar os valores de a e b , linearizou-se o modelo logístico $y(t) = \frac{k}{1+be^{at}}$. Assim,

$$y + ybe^{at} = k$$

$$ybe^{at} = k - y$$

$$be^{at} = \frac{k - y}{y}$$

$$\ln be^{at} = \ln \left(\frac{k - y}{y} \right)$$

$$\ln b + \ln e^{at} = \ln \left(\frac{k - y}{y} \right)$$

$$\ln b + at = \ln \left(\frac{k - y}{y} \right)$$

Desse modo, podemos considerar $Y = \ln \left(\frac{k - y}{y} \right)$ e $Y = at + \ln b$. Como $k = 41753,29$ então $Y = \ln \left(\frac{41753,29 - y}{y} \right)$ (Tabela 3).

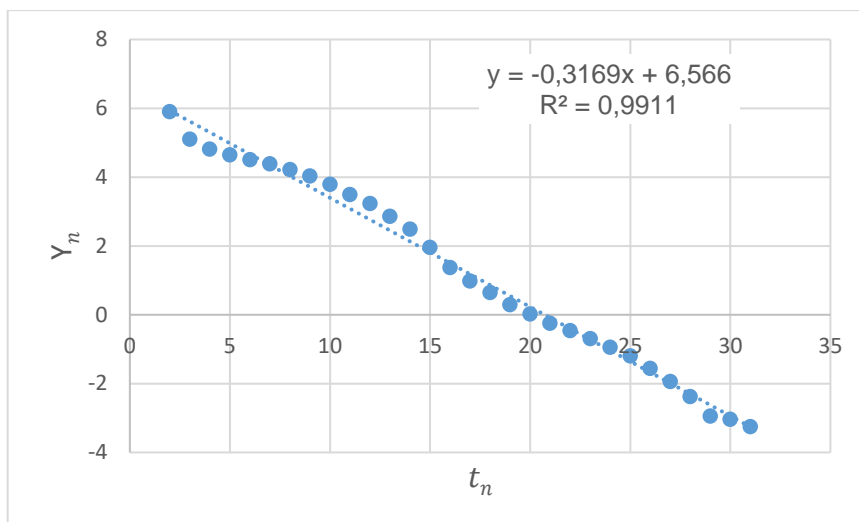
Tabela 3 - Linearização do modelo logístico

t_n	y_n	$Y_n = \ln \left(\frac{41753,29 - y}{y} \right)$
1	0	
2	114	5,9006
3	251	5,1081
4	335	4,8173
5	397	4,6460
6	453	4,5127
7	514	4,3849
8	607	4,2164
9	728	4,0316
10	921	3,7918
11	1231	3,4940
12	1579	3,2364
13	2253	2,8640
14	3208	2,4862
15	5154	1,9603
16	8431	1,3743
17	11338	0,9868
18	14324	0,6497
19	17810	0,2959
20	20633	0,0233
21	23419	-0,2448
22	25559	-0,4563
23	27833	-0,6929
24	30067	-0,9450
25	32077	-1,1985
26	34491	-1,5580
27	36488	-1,9358
28	38216	-2,3799
29	39668	-2,9456
30	39848	-3,0404
31	40193	-3,2488

Fonte: Autor (2020).

A partir da Tabela 3 foi possível construir o gráfico de dispersão 4, sendo possível observar a tendência linear entre t_n e Y_n .

Gráfico 4 - Regressão linear Ford-Walford



Fonte: Autor (2020).

Como $Y_n = -0,3169t_n + 6,566$ e $\ln\left(\frac{41753,29 - y}{y}\right) = at + \ln b$, temos que $a = -0,3169$, $\ln b = 6,566$ e $b = e^{6,566} = 710,52206$. Portanto, o modelo matemático que descreve o número de casos confirmados acumulados utilizando o método de Ford-Walford é descrito por:

$$y(t) = \frac{k}{1 + be^{at}}$$

$$y(t) = \frac{41753,29}{1 + 710,52206e^{-0,3169t}}$$

A Tabela 4 apresenta a comparação dos dados reais com os dados simulados utilizando o método de Ford-Walford.

Tabela 4 - Validação dos resultados utilizando o método de Ford-Walford

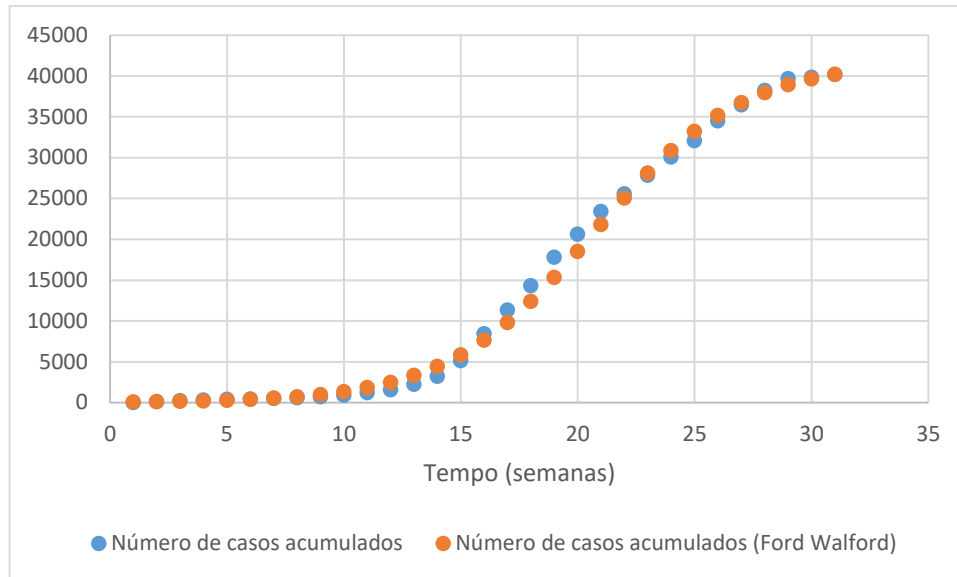
Número de semanas	Número de casos acumulados	Número de casos acumulados (Ford Walford)
1	0	80,52
2	114	110,46
3	251	151,50
4	335	207,71
5	397	284,63
6	453	389,77
7	514	533,24
8	607	728,60

9	728	993,81
10	921	1352,36
11	1231	1834,46
12	1579	2477,87
13	2253	3328,14
14	3208	4437,20
15	5154	5859,50
16	8431	7644,30
17	11338	9823,97
18	14324	12399,20
19	17810	15325,48
20	20633	18506,96
21	23419	21804,00
22	25559	25055,33
23	27833	28108,37
24	30067	30846,20
25	32077	33201,81
26	34491	35157,46
27	36488	36733,50
28	38216	37973,43
29	39668	38930,63
30	39848	39658,79
31	40193	40206,58

Fonte: Autor (2020).

O gráfico de dispersão, construído a partir da Tabela 4, apresenta a relação entre o número de casos acumulados pelo Coronavírus e o número de casos acumulados simulados a partir do método de Ford-Walford.

Gráfico 5 - Regressão linear Ford-Walford



Fonte: Autor (2020).

Com este trabalho concluímos que, usando o método Logístico e Ford-Walford, ambos tiveram resultados parecidos. Se não houver alterações no cenário de pandemia, a curva de casos acumulados vai continuar crescendo lentamente até que haja um valor limitante.

Desde a primeira semana de casos até o dia 20 de outubro de 2020 podemos notar que o limite atual de casos em Curitiba poderá chegar a 44750 segundo o crescimento logístico e até 41753 casos acumulados segundo o método de Ford-Walford.

REFERÊNCIAS

CORONAVIRUS BRASIL. **Painel Coronavírus**. Disponível em: <<https://covid.saude.gov.br>>. Acesso em: 21 out. 2020.

Capítulo III - Compensação de Afundamentos de Tensão Utilizando Restaurador Dinâmico de Tensão (DVR) em Circuitos de Média Tensão.

Alex Messias⁹

Darci Faria¹⁰

Devanir Lacerda¹¹

Henrique Muller¹²

Patrich Dal Magro¹³

Thiago Furini¹⁴

Fabício Augusto de Souza¹⁵

Prof. MS.c Renato Kazuo Miyamoto¹⁶

Prof. Esp. Wesley Candido da Silva¹⁷

RESUMO

A regulamentação do setor elétrico que ocorreu nas últimas décadas tem exigido das concessionárias de distribuição de energia elétrica maior eficiência no desempenho de seus sistemas. Desta forma, destaca-se a importância de estudos em estratégias para evitar e/ou amenizar problemas de qualidade no fornecimento de energia. A proposta deste trabalho consiste em explorar o conceito de afundamento de tensão e estudar uma forma de compensação desses afundamentos. Nesse sentido, apresenta-se o Restaurador Dinâmico de Tensão (DVR - *Dynamic Voltage Restorer*) como técnica de mitigação deste tipo de distúrbio. A estratégia de compensação foi implementada a partir de um estudo de caso de um evento real na cidade de Cornélio Procópio – PR, e a viabilidade dessa estratégia para consumidores industriais foi avaliada.

Palavras-chave: Afundamento de Tensão; Restaurador Dinâmico de Tensão; Redes Elétricas; Média Tensão.

⁹ Programa de pós-graduação em Eng. De Automação Industrial SENAI Londrina; alexmessias@sercomtel.com.br

¹⁰ Programa de pós-graduação em Eng. De Automação Industrial SENAI Londrina; darci_faria@hotmail.com

¹¹ Programa de pós-graduação em Eng. De Automação Industrial SENAI Londrina; devamec2005@yahoo.com.br

¹² Programa de pós-graduação em Eng. De Automação Industrial SENAI Londrina; henrquiemuller79@hotmail.com

¹³ Programa de pós-graduação em Eng. De Automação Industrial SENAI Londrina; patrich_dm@hotmail.com

¹⁴ Programa de pós-graduação em Eng. De Automação Industrial SENAI Londrina; t.hiagofurini@hotmail.com

¹⁵ Mestre em ciências, Engenheiro Eletricista, fabicioaugusouza@yahoo.com.br

¹⁶ Docente da Faculdade da Indústria Senai Londrina; renato.kazuo@sistemafiep.org.br

¹⁷ Docente da Faculdade da Indústria Senai Londrina; wesley.candido@sistemafiep.org.br

Compensation of Voltage Sags Using Dynamic Voltage Restorer in Medium Voltage Circuits

ABSTRACT

The regularization of the electrical sector that occurred in the last decades demands the increased efficiency in the performance of the concessionaires. In this way, highlights the strategies the importance of studies to and/or alleviate quality problems to avoid energy supply. The purpose of this work is to explore the concept of sag voltage and study a form of compensation for this sags. In this sense, the Dynamic Voltage Restorer (DVR) is presented as a mitigation technique for this type of disturbance. The compensation strategy was implemented from a case study of a real event in the city of Cornélio Procópio - PR, and the feasibility of this strategy for industrial consumers was evaluated.

Keywords: Voltage Sag; Dynamic Voltage Restorer; Electrical Grids; Medium Voltage.

1. INTRODUÇÃO

No final da década de 90, a implantação de procedimentos para acompanhar os indicadores de continuidade e confiabilidade do sistema através do PRODIST – Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional, contribuiu para a regulamentação do setor elétrico, com a definição de regras e padrões relacionados ao funcionamento e desempenho dos sistemas de distribuição de energia elétrica (PRODIST, 2015).

Desde então, as preocupações relacionadas à qualidade de energia em sistemas de distribuição de energia elétrica aumentaram. Adicionalmente, os distúrbios elétricos são mais evidenciados em função do uso de um maior número de equipamentos eletrônicos sensíveis a perturbações, dentre os quais pode-se destacar: contadores, microprocessadores, relés de controle industriais, fontes de alimentação chaveadas e conversores de frequência (PRAVEENA; JAYASHREE, 2014).

Dentre os principais problemas relacionados à qualidade de energia elétrica, estão os afundamentos de tensão e as interrupções momentâneas causados por curtos-circuitos no sistema elétrico. As consequências estão relacionadas a sensibilidade de dispositivos eletrônicos, além afetar ou interromper diversos processos industriais, acarretando perdas de produção e elevados prejuízos

financeiros (BOLLEN, 2000). Portanto, mitigar esses efeitos é de grande importância para manter o fornecimento de energia elétrica em níveis aceitáveis e evitar constrangimentos com clientes e com o Órgão Regulador do Setor.

Nesse sentido, este artigo propõe a aplicação de um Restaurador Dinâmico de Tensão (DVR - Dynamic Voltage Restorer) para a compensação de afundamentos de tensão na rede elétrica de distribuição. Esse dispositivo é empregado para a correção dos referidos distúrbios, no entanto, as bibliografias apresentam-se escassas sobre sua viabilidade de aplicação. Desse modo, o restaurador será implementado através do *software* Matlab – Simulink, para apresentar simulações de correção de afundamentos de tensão baseado nos dados de um estudo de caso.

2. AFUNDAMENTOS DE TENSÃO

Atualmente existem duas definições para o conceito de afundamentos de tensão. A primeira, estabelecida pelo “Institute of Electric and Electronics Engineers” – IEEE (EUA); e a segunda, pela “International Electrotechnical Commission” – IEC (Europa).

De acordo o IEEE (2002), os afundamentos de tensão são fenômenos de curta duração, na ordem de 0,5 ciclo a 1 minuto, nos quais a tensão sofre uma alteração em sua amplitude eficaz para valores entre 0,1 e 0,9 pu. Os afundamentos também são classificados de acordo com sua duração, como segue:

- Instantâneos: entre 0,5 ciclo e 30 ciclos;
- Momentâneos: entre 30 ciclos e 3 segundos;
- Temporários: entre 3 segundos e 1 minuto.

Já para o IEC (1996), considera-se a intensidade do afundamento de tensão pelo conceito da queda de tensão eficaz. Assim, um afundamento é classificado para uma queda compreendida entre 0,1 e 0,99 pu com duração entre 0,5 ciclo e três segundos.

Os curtos-circuitos que ocorrem ao longo do sistema elétrico de potência são as principais causas de afundamentos de tensão nas redes elétricas de distribuição. Eles são sentidos pelos diversos clientes das concessionárias, tanto residências quanto industriais, porém os consumidores industriais são os que mais sofrem com

estes distúrbios. Os curtos-circuitos são causados em sua maioria por: i) falhas em equipamentos; ii) descargas atmosféricas; iii) árvores em contato com a rede; iv) objetos estranhos na rede; v) vendavais; vi) vandalismo; vii) poluição e viii) falhas de operação e/ou manutenção do sistema.

Os afundamentos de tensão também podem ser causados por efeitos consequentes da dinâmica natural do sistema, como por exemplo: partida de grandes motores; entrada de grandes blocos de cargas e saída de grandes blocos de geração.

As consequências dos afundamentos de tensão na qualidade de energia fornecida aos consumidores dependem da sensibilidade dos equipamentos utilizados. No entanto, é crescente o uso de equipamentos cada vez mais modernos e sensíveis a qualquer distúrbio e/ou variação de tensão, principalmente no setor industrial com a automatização dos processos produtivos, e a inserção de inúmeros dispositivos eletrônicos. Sendo assim, os prejuízos decorrentes de perturbações no sistema são cada dia mais evidentes. Os principais custos industriais gerados por afundamentos de tensão são (GALASSI, 2006):

- Comprometimento da qualidade do produto;
- Atrasos em entregas gerando multas e perda de clientes e competitividade;
- Danos a equipamentos elevando os custos com manutenção;
- Perda de matéria prima;
- Custos devido ao uso de geração auxiliar;

Através de uma pesquisa de mercado, a pesquisa de WATANABE (2010) relatou uma estimativa dos custos de uma interrupção por seguimento, do ponto de vista do consumidor e não o da perda de faturamento da concessionária. No seguimento industrial, uma interrupção de até três minutos gera um custo médio entre 2,73 e 2,87 US\$/kWh.

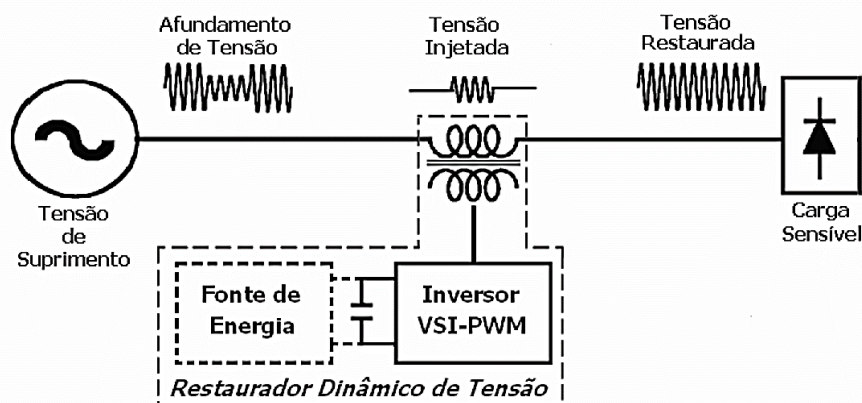
Desse modo, considerando o elevado consumo industrial de energia elétrica em kWh, os custos de um afundamento de tensão tornam-se consideráveis e requerem atenção por parte da administração da indústria. Diante desse cenário, algumas estratégias de compensação de afundamentos de tensão podem contribuir para a melhoria da qualidade de energia, dentre elas, destaca-se o regulador dinâmico de tensão.

3. RESTAURADOR DINÂMICO DE TENSÃO

O Restaurador Dinâmico de Tensão (DVR- *Dynamic Voltage Restorer*) é um conversor eletrônico que tem como principal objetivo, eliminar ou reduzir afundamentos de tensão e sobretensões, também outros distúrbios de curta duração que venham ocorrer na fonte de alimentação, protegendo cargas sensíveis a jusante.

A Figura 1 ilustra o diagrama simplificado do referido restaurador de tensão. O funcionamento de um DVR utiliza a seguinte estratégia: na ocorrência de algum distúrbio de tensão na rede elétrica, o equipamento injeta tensões de módulo e ângulo controlados, através de um transformador série conectado com uma carga, que compensam esses distúrbios oferecendo a carga sensível uma tensão de qualidade (SILVA, 1999).

Figura 1 - Esquemático simplificado sobre o funcionamento de um DVR



Fonte: JESUS (2006).

Ainda, na Figura 1, essas tensões são geradas a partir da energia armazenada em banco de capacitores ou uma fonte externa, utilizando a técnica de modulação por largura de pulso (PWM).

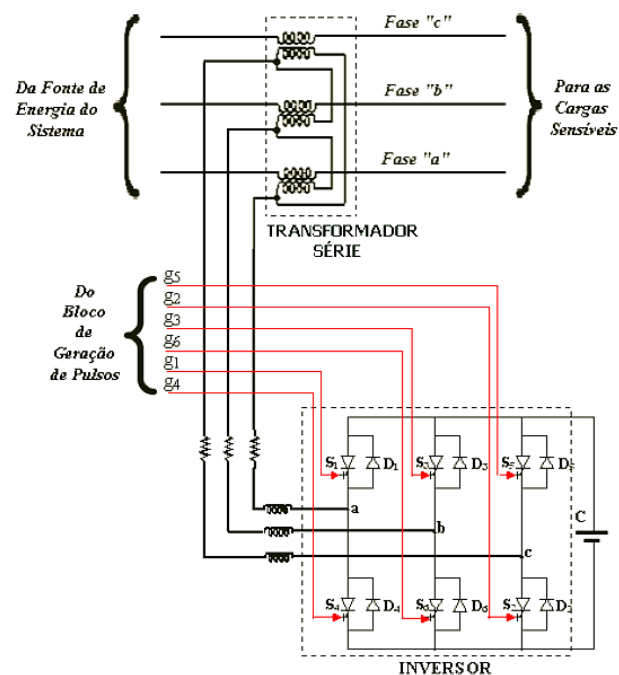
3.1. Componentes Básicos de um DVR

Os componentes que são essenciais para um correto funcionamento de um DVR independente da topologia adotada são: o transformador série, o inversor de frequência e o banco de capacitores (ou fonte de energia). A Figura 2 ilustra as

ligações elétricas entre os componentes básicos de um DVR. O transformador série é o elo entre a fonte e a carga, por ele passa toda corrente que alimenta a carga. Adicionalmente, quando sua ligação é em delta, pode ser utilizado para eliminação de harmônicas de sequência zero.

O inversor de frequência é responsável por sintetizar uma tensão alternada a partir da tensão contínua oriunda do banco de capacitores ou fonte externa. Para isso através de um circuito de controle é realizado o chaveamento de um conjunto de chaves eletrônicas controladas com capacidade de condução e corte. No DVR as tensões de compensação que necessitam ser injetadas nos sistemas de potência são sintetizadas por um inversor.

Figura 2 - Esquemático do transformador série e do inversor de frequência



Fonte: JESUS (2006)

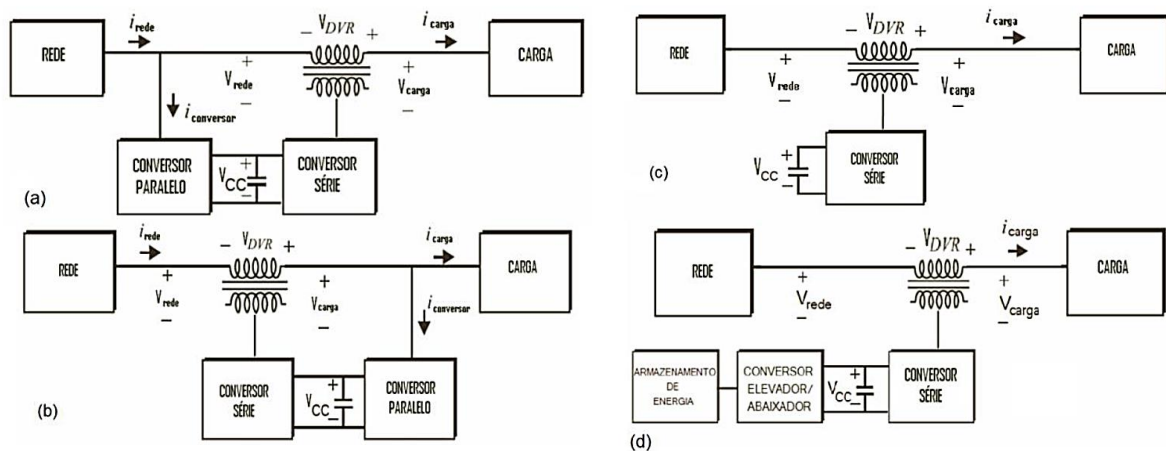
O banco de capacitores tem a função de armazenar energia que será utilizada como suprimento de CC ao inversor quando de um distúrbio na fonte de alimentação. Ainda, dependendo da topologia adotada, o banco de capacitores pode auxiliar na estabilidade de tensão, como é o caso de DVR com fonte independente.

3.2. Topologias dos restauradores dinâmicos de tensão

Para a realização do suprimento de energia, quando da ocorrência de um distúrbio na rede, o DVR necessita de uma fonte de energia. Há algumas maneiras de se obter esta fonte de energia. A Figura 3 ilustra as principais topologias de suprimento de energia que podem ser utilizadas em um DVR.

Apesar da topologia DVR com fonte extraída do lado da carga ser o circuito que apresenta melhor desempenho e custo/benefício ser superior às outras topologias (JESUS, 2006). A topologia apresentada nas simulações utiliza um barramento CC com tensão constante para melhor compreensividade do circuito, facilitando na montagem nas simulações.

Figura 3 - Topologias de suprimento de energia ao DVR: (a) com fonte extraída do lado da rede, (b) com energia extraída do lado carga, (c) com barramento CC com tensão variável e (d) com barramento CC com tensão constante.

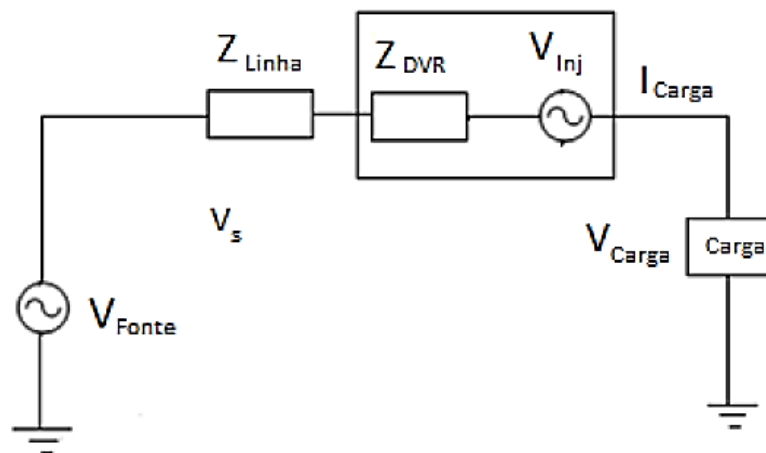


Fonte: GALASSI (2006)

3.3. Equações de Funcionamento do DVR

O circuito DVR equivalente é ilustrado na Figura 4. Quando ocorre um afundamento ou uma sobretensão, o circuito de controle detecta esta tensão de perturbação, e gera uma tensão de referência com amplitude e fase da tensão da rede, que é injetada por meio do transformador série ao sistema. Assim, a tensão na carga é mantida.

Figura 4 - Circuito equivalente de um circuito DVR.



Fonte: BANGAR (2011)

A tensão injetada pelo DVR pode ser descrita como:

$$V_{DVR} = V_L + Z_{TH}I_L - V_{TH} \quad (1)$$

onde:

V_L é a tensão de carga desejada;

Z_{TH} é a impedância do sistema;

I_L é a corrente da carga;

V_{TH} é a tensão do sistema durante uma falta.

A corrente de carga pode ser calculada de acordo com a equação (2):

$$I_L = \frac{P_L + jQ_L}{V} \quad (2)$$

E considerando a equação tendo V_L como referência, tem-se:

$$V_{DVR} \angle \alpha = V_L \angle 0 + Z_{TH} \angle (\beta - \theta) - V_{TH} \angle \delta \quad (3)$$

onde:

α, β, δ são as fases de V_{DVR}, Z_{TH}, V_{TH} .

O ângulo da potência de carga é calculado de acordo com a equação (4):

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{\theta_L}{P_L} \right) \quad (4)$$

A injeção de energia no DVR pode ser descrita como:

$$S_{DVR} = V_{DVR} I_L \quad (5)$$

3.4. Estratégia de Controle

O objetivo deste sistema de controle é manter constante magnitude da tensão no ponto onde há uma carga sensível, mesmo diante de um afundamento de tensão no sistema. Quando isso ocorre, a tensão de carga é detectada por um analisador de sequência, a magnitude desta tensão é comparada com a tensão de referência (V_{ref}).

O analisador de frequência utiliza do método de Fortescue para que, através das componentes simétricas, se extraia a componente de sequência positiva, de acordo com as equações (6) à (8):

$$V_1 = \frac{1}{3}(V_a + aV_b + a^2V_c) \quad (6)$$

$$V_2 = \frac{1}{3}(V_a + a^2V_b + aV_c) \quad (7)$$

$$V_0 = \frac{1}{3}(V_a + V_b + V_c) \quad (8)$$

onde:

$a = 1 \angle 120^\circ$;

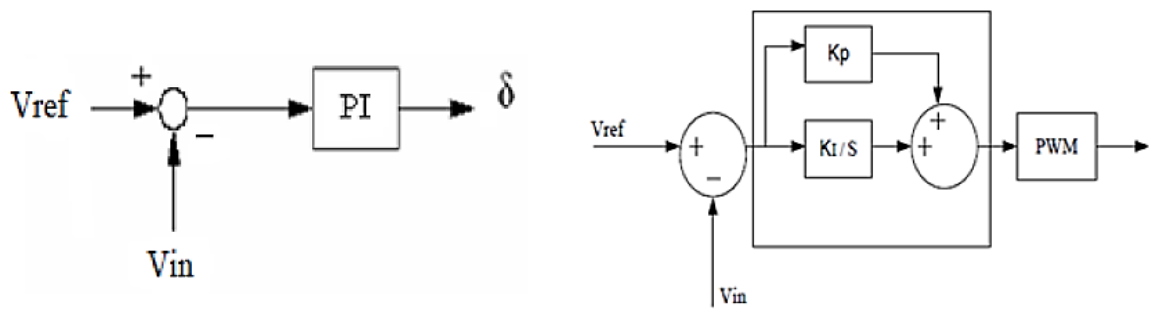
V_1 é a tensão de sequência positiva;

V_2 é a tensão de sequência negativa;

V_0 é a tensão de sequência zero;

A entrada do controlador é um sinal de erro obtido pela comparação do da tensão de referência com a tensão eficaz medido no ponto de carga (não é medido potência reativa). Tal erro é processado por um controlador do tipo PI, em que a saída é o δ ângulo que é fornecido para o PWM gerador de sinal conforme observa-se na Figura 5.

Figura 5 - Diagrama da diferença entre a tensão de referência e a tensão medida.



Fonte: BANGAR (2011)

A saída do bloco do controlador PI tem a forma de um ângulo δ , que introduz a tensão vantagem adicional nas tensões trifásicas. A saída do detector de erro é $V_{ref} - V_{in}$. Uma vantagem de um controlador proporcional mais integral é que o seu termo integral faz com que o erro de estado estacionário passe ser igual a zero para uma entrada em degrau.

O ângulo δ modulante é aplicada aos geradores de PWM na fase A, enquanto os ângulos de fase B e C são deslocados em 240° e 120° , respectivamente, e para gerar sequência de disparo para o inversor de acordo com as equações (9) à (11):

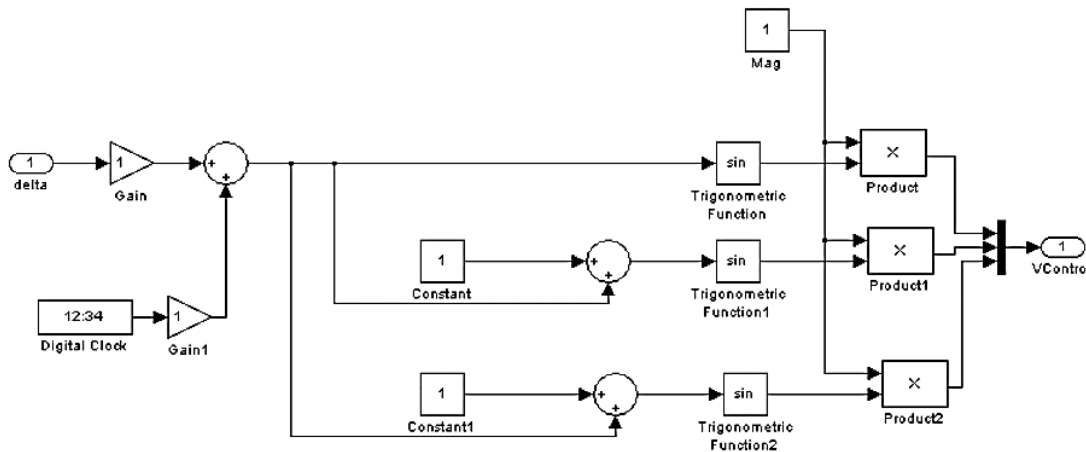
$$V_a = \text{sen}(\omega t + \delta) \quad (9)$$

$$V_b = \text{sen}\left(\omega t + \delta - \frac{2\pi}{3}\right) \quad (10)$$

$$V_c = \text{sen}\left(\omega t + \delta + \frac{2\pi}{3}\right) \quad (11)$$

A Figura 6 ilustra o subsistema responsável pela geração de sinais de referência para o PWM.

Figura 6 – Geração de sinais de referência PWM.



Fonte: BANGAR (2011)

3.5. Teoria de Controle

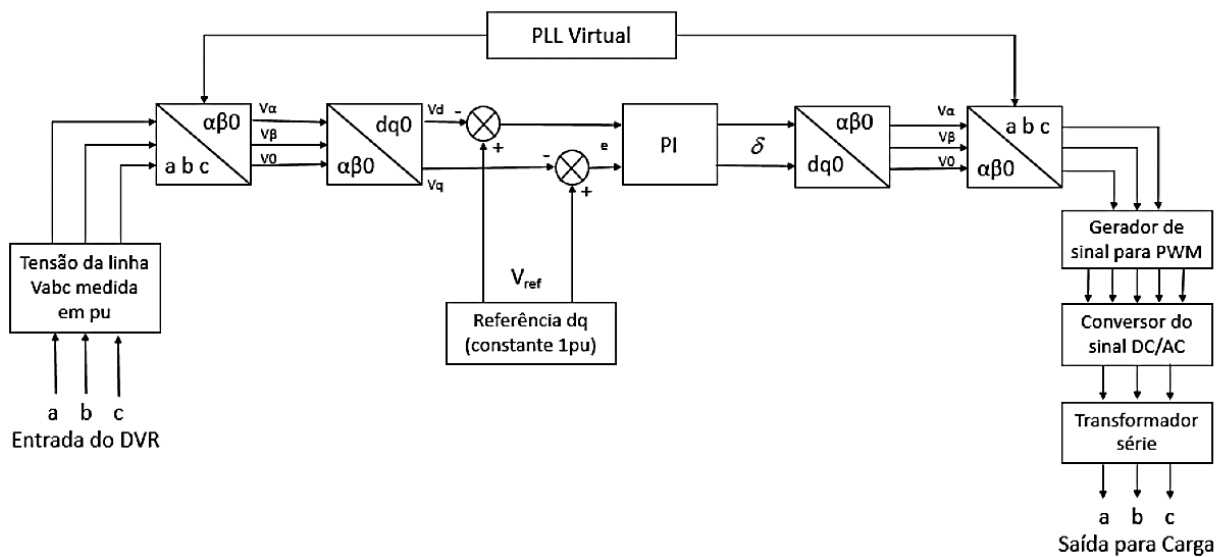
O método de controle utilizado neste DVR é o método de transformação ortogonal dq0 (VERMA; AGRAWAL; SINGH, 2015). É através desta teoria que se é obtido a amplitude da tensão, deslocamento de fase e os tempos de início e término do evento. A tensão na carga é medida/convertida na base pu no analisador de sequência, onde é transformada do sistema trifásico (abc) para o sistema ortogonal (dq0). A transformação é realizada em cascata a partir dos métodos de Clarke e de Park (DEMONTI; BIANCHIN, 2010), apresentadas nas equações (12) e (13). Para simplificar as equações, as componentes de sequência zero neste caso podem ser ignoradas.

$$\begin{bmatrix} V_{\alpha} \\ V_{\beta} \\ V_0 \end{bmatrix} = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & -\frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix} \quad (12)$$

$$\begin{bmatrix} V_d \\ V_q \\ V_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & -\text{sen}(\theta) & 1 \\ \text{sen}(\theta) & \cos(\theta) & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{\alpha} \\ V_{\beta} \\ V_0 \end{bmatrix} \quad (13)$$

O diagrama de blocos do controle do DVR está ilustrado na Figura 7.

Figura 7 – Diagrama de blocos do controle do DVR.



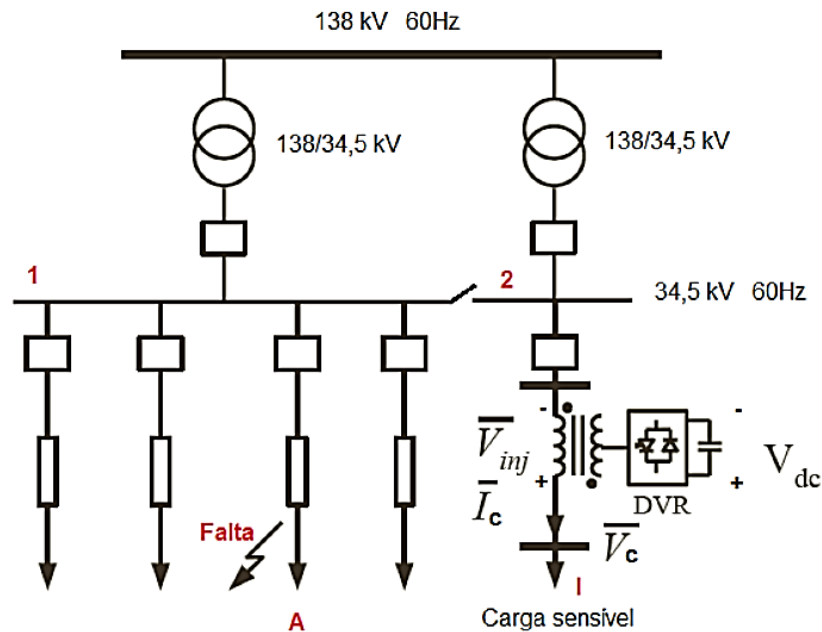
Fonte: MISHRA; BISWAL; ROSELYN (2013)

4. ESTUDO DE CASO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM DVR

Nesta sessão foi realizado o estudo de um evento real de afundamento de tensão na rede de distribuição de energia elétrica de Cornélio Procópio onde quem detém a concessão é a COPEL - Companhia Paranaense de Energia. O objetivo principal é apresentar os resultados das avaliações da qualidade de energia em um consumidor industrial (2,5MW – 34,5kV) pertencente ao sistema de distribuição de energia elétrica da cidade, e através de simulações computacionais descrever o resultado da implantação de um DVR para a supressão dos distúrbios elétricos sofridos por este cliente.

O sistema elétrico observado possui dois alimentadores que são originários da subestação de energia elétrica de Cornélio Procópio, em que um deles (denominado alimentador A) atende uma outra subestação suprindo o fornecimento de energia de uma cidade vizinha, e o outro alimentador (denominado alimentador I) atende uma indústria de grande porte. Ambos os alimentadores possuem a tensão de 34,5kV, como observado no diagrama unifilar do sistema ilustrado na Figura 8.

Figura 8 – Diagrama unifilar do sistema elétrico observado.



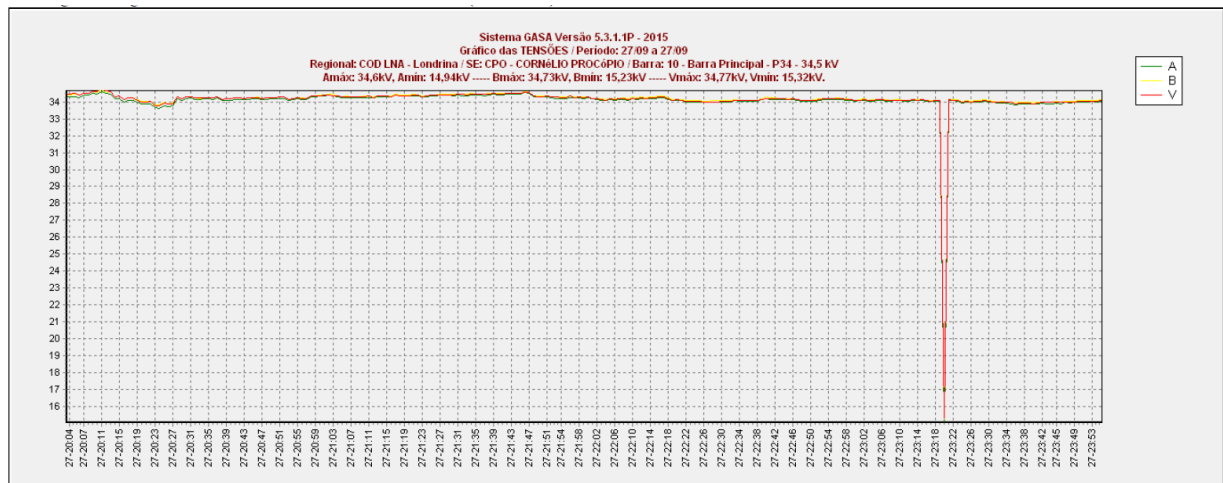
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1. O Evento

Foi observado um evento ocorrido no dia 29 de setembro de 2015 aproximadamente às 20:30h, em que, devido a um vendaval que atingiu a região, o alimentador A foi atingido por uma árvore que caiu sobre a rede quebrando alguns postes e isoladores à aproximadamente 8km da subestação de Cornélio Procópio sentido carga, ou seja, a 55% do comprimento total da linha.

Quando das manobras para a localização da falha em um dos testes por volta das 23:20h o alimentador A não aceitou o comando religamento devido ao defeito que não havia sido encontrado, como consequência disto houve um afundamento de tensão na barra 1 de 34,5kV para a ordem de 15kV (0,43 pu), como é observado nos dados oscilográficos na Figura 9.

Figura 9 – Oscilografia do afundamento na barra 1 devido à falta no alimentador A.

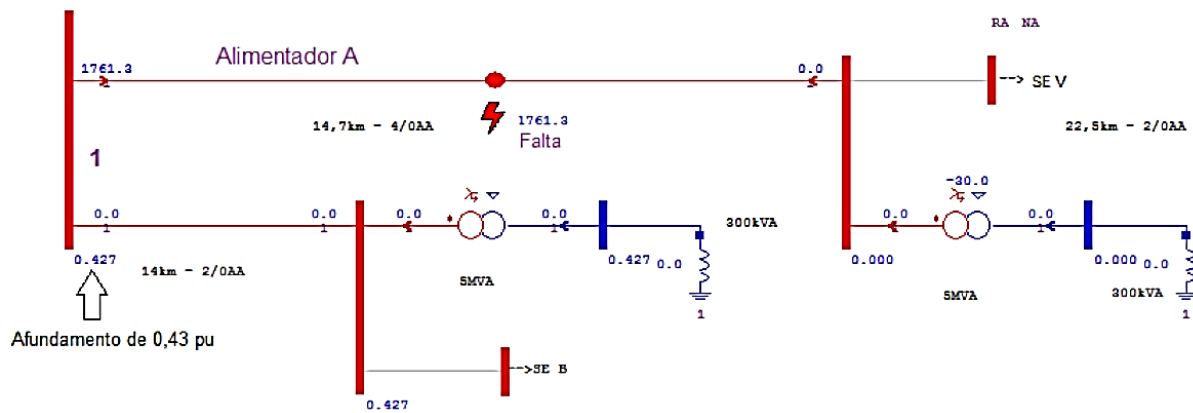


Fonte: (Sistema GASA – Copel).

Na Figura 8, observa-se uma peculiaridade da subestação de Cornélio Procópio, especificamente do barramento de 34,5kV. Como a subestação é atendida por dois transformadores 138/34,5/13,8kV, para amenizar aspectos referentes a qualidade de energia optou-se por fazer o seccionamento da barra 34,5kV em duas (1 e 2).

Sendo assim, o afundamento sentido pelo cliente ligado no alimentador I não é o mesmo que ocorreu na barra 1. Como originalmente a barra de 34,5kV era uma única barra, os TC's e TP's que realizam as medições observadas na Figura 9 estão somente na barra 1. Portanto, para estimar a intensidade do afundamento de tensão na barra 2 ocorrido neste evento utiliza-se de um artifício, a simulação do curto-circuito através do software ANAFAS, que calcula os níveis de curtos-circuitos e suas as contribuições com base em dados de subestações, transformadores e linhas do sistema de distribuição brasileiro, ilustrado na Figura 10.

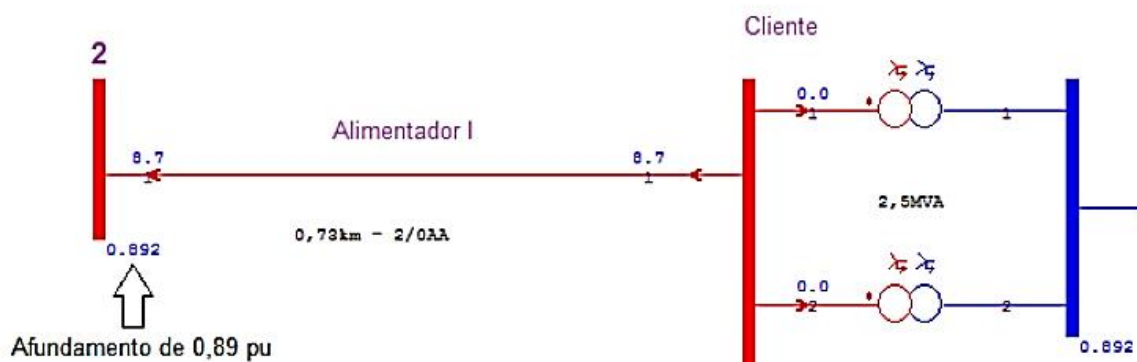
Figura 10 – Simulação do valor do afundamento de tensão na barra 1 devido ao curto-circuito trifásico no alimentador A.



Fonte: ANAFAS.

Na Figura 10, observa-se que a similaridade entre a simulação e o evento real, ou seja, na barra 1 houve um afundamento na qual a magnitude do valor eficaz da tensão fornecida atingiu aproximadamente 0,43pu. Já na barra 2, conforme a Figura 11, esta tensão no cliente alimentado pelo alimentador I, atingiu o valor de 0,89pu.

Figura 11 – Simulação do valor do afundamento de tensão na barra 2 devido ao curto-circuito trifásico no alimentador A.



Fonte: ANAFAS.

4.2. Análise dos resultados computacionais

De acordo com Brumsickle et al. (2001), aproximadamente 92% dos afundamentos de tensão apresentam intensidades superiores a 0,4pu nas amplitudes de tensão, com duração inferior a 2 segundos.

No intuito de mitigar os afundamentos de tensão na ordem mencionada, foi proposto a implantação de um DVR na entrada em média tensão do cliente industrial estudado. Com os dados já levantados, foi realizado a implementação computacional deste equipamento, que possui as características apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Dados utilizados nas simulações

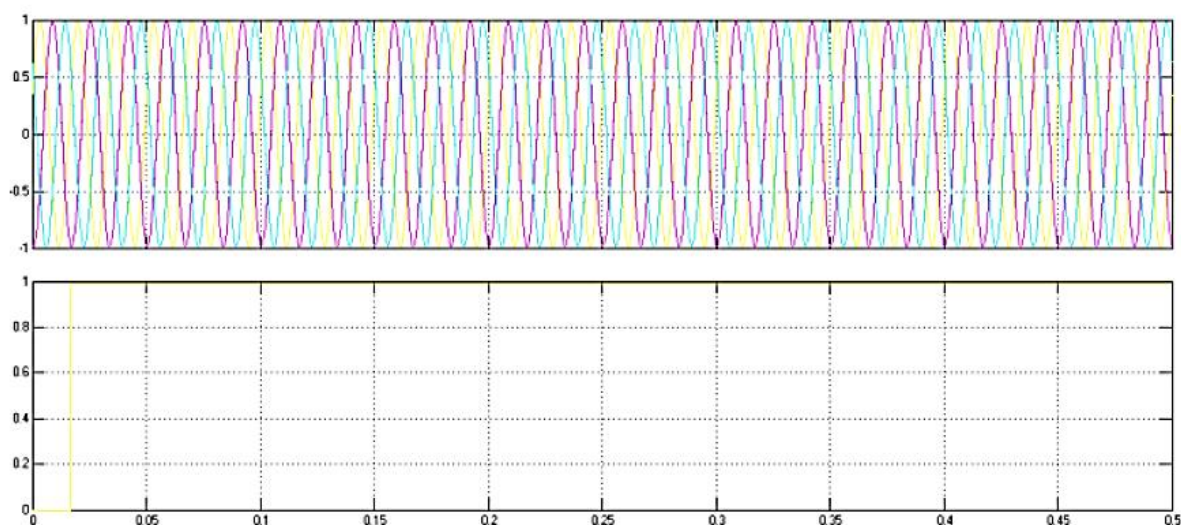
Item	Componente	Parâmetros
1	Fonte trifásica	138kv;60Hz;40MVA
2	Transformador trifásico	Estrela aterrado; estrela aterrado 138/34,5kV
3	Linha de distribuição	R=0,05 Ohms e L=0,4806H
4	Carga trifásica	10kW, estrela aterrado e 34,5kV
5	Inversor de frequência	Ponte IGBT; 1080Hz; 5us
6	Controlador PI	Kp=0,5; Ki=50 e tempo=50us
7	Fonte de corrente contínua	11,5KV
8	Capacitor	750uF
9	Resistor	10 Ohms
10	Transformador isolador	19,9/19,9kV

Fonte: elaborado pelo autor.

De acordo com os dados do Quadro 1, foram simuladas três situações (em momentos diferentes) e analisadas suas formas de onda: i) o circuito sem falha; ii) o circuito com uma falta trifásica-terra de 350 Ω entre as fases e 0,001 Ω entre fase-terra; e iii) o circuito com uma falta trifásica-terra de 100 Ω entre as fases e 0,001 Ω entre fase-terra. Para os casos ii e iii o afundamento de tensão ocorre entre 0,15 e 0,35 segundos.

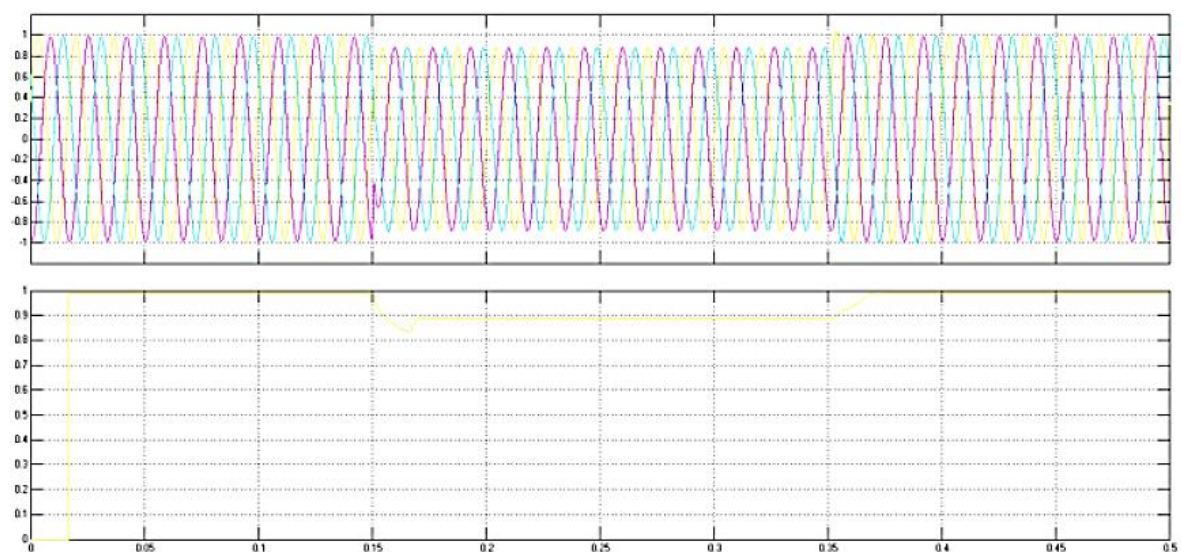
Na primeira situação a tensão trifásica do circuito possui a forma de onda ilustrada na Figura 12, com valor 48,79kV de pico (1pu). Na segunda situação, o circuito sofre uma falta trifásica-terra que causa no alimentador I um o afundamento de tensão que faz ela atingir um valor de aproximadamente 0,89pu. A Figura 13 ilustra esse distúrbio.

Figura 12 – Tensão fase-fase de pico medida na linha após a barra 2.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 13 – (a) Tensão fase-fase de pico do afundamento com a tensão atingindo o valor de 0,89pu. (b) A sequência positiva de tensão representando a magnitude do afundamento de tensão.

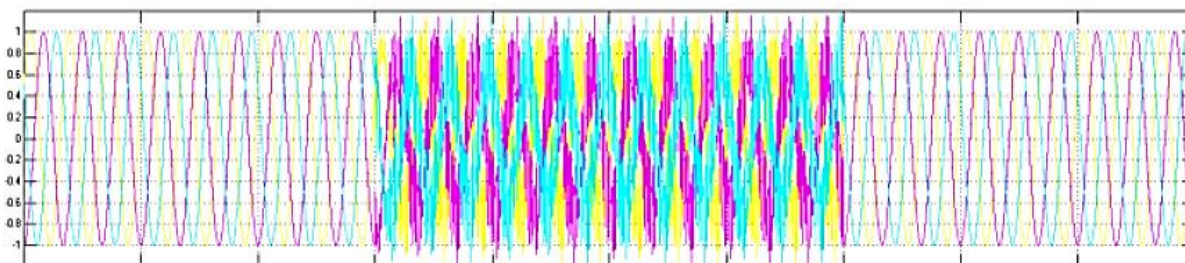


Fonte: Elaborado pelo autor.

Com o uso do DVR para a correção do distúrbio obtém-se a forma de onda ilustrada na Figura 14. Nota-se que o circuito DVR realizou a compensação do afundamento de tensão decorrente da falta trifásica-terra na rede. Porém em virtude dos chaveamentos realizados pelo conversor CC/CA, a tensão corrigida está

distorcida em relação a tensão original, o que faz com que tenha uma aparência mais “volumosa” no momento do afundamento de tensão.

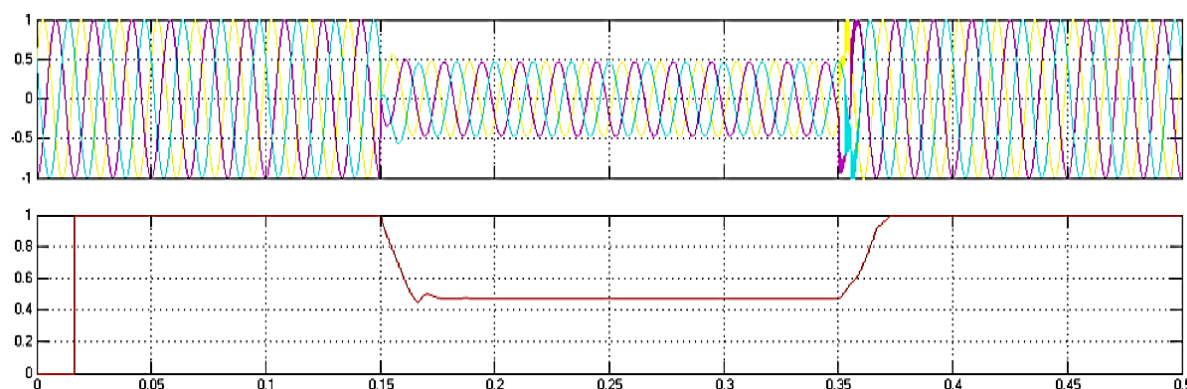
Figura 14 – Afundamento de tensão corrigido pelo DVR na segunda situação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando o último caso, na hipótese da barra 1 e 2 não estarem seccionadas na subestação de Cornélio Procópio, então em um afundamento em que a tensão atinge 0,43pu na barra 1 o afundamento sentido no alimentador I também será o mesmo, conforme observado na Figura 15.

Figura 15 – (a) Tensão fase-fase de pico do afundamento com a tensão chegando a 0,43pu. (b) A sequência positiva de tensão representando da magnitude do afundamento.

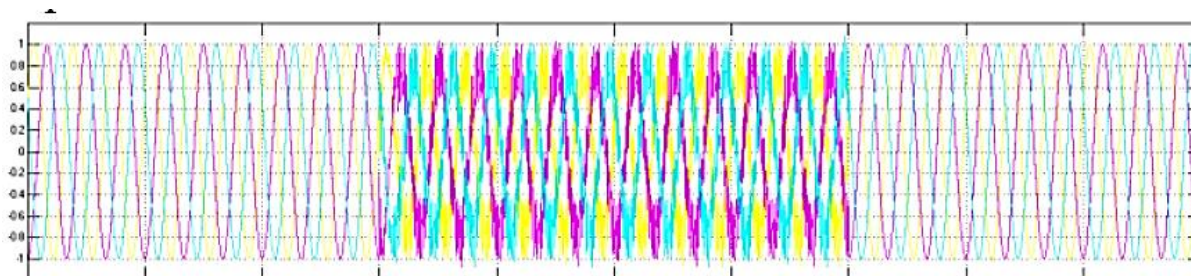


Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o caso ilustrado na Figura 15, a tensão corrigida pelo DVR se comporta conforme apresentado na Figura 16. A forma da onda no período do afundamento de tensão possui a mesma aparência que a da situação anterior. No entanto, observa-se uma sutil queda de tensão em relação a tensão original. Esse fato evidencia a capacidade da injeção de tensão pelo DVR, atingindo aproximadamente 50% da

tensão nominal, ou seja, seu funcionamento será satisfatório quando os afundamentos a serem corrigidos forem menores à 50% e por período de até 0,1 segundos (PRAVEENA; JAYASHREE, 2014).

Figura 16 – Afundamento de tensão corrigido pelo DVR na terceira situação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A instalação de DVR no ponto de entrega de energia em um consumidor industrial constitui uma importante ação no sentido de melhorar a qualidade de energia recebida por um cliente que não pode estar sujeito a afundamentos de tensão sob risco de perda da produção e prejuízos econômicos.

Observou-se que durante as correções dos afundamentos foi gerado algumas componentes harmônicas de tensão decorrente do chaveamento do inversor de frequência. No entanto, considerando que estes componentes harmônicos são produzidos eventualmente e por um curto período, não há prejuízos em se adotar o circuito utilizado neste trabalho para a correção de afundamentos de tensão.

Adicionalmente, salienta-se que um consumidor industrial de porte similar ao atendido pelo alimentador I, consome em média 200.000 a 300.000 kWh por mês. Considerando o que foi citado por Watanabe (2010), o custo médio de um distúrbio de afundamento de tensão é de aproximadamente 2,73 a 2,87 US\$/kWh. Nesse sentido, o valor para a compra e instalação de um DVR é inferior ao custo médio provocado pelo distúrbio. Portanto, este trabalho demonstra ser viável o emprego de um circuito DVR para correção de afundamentos de tensão em sistemas de média tensão que atendem consumidores industriais de grande importância e elevado consumo.

REFERÊNCIAS

Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/>. Acesso em 30 out. 2015.

BOLLEN, M.H.J, "Understanding Power Quality Problems: Voltage Sags and Interruptions", IEEE Press, 2000.

IEEE Std 1159, I. (1995). IEEE recommended practice for monitoring electric power quality, IEEE Std 1159-1995 p. i.

IEC Std 61000. International Electrotechnical Commission - IEC, "Electromagnetic Compatibility", IEC Standard 61000, 1996.

GALASSI, M. "Projeto e construção de um restaurador dinâmico de tensão", 2006, 116 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas, São Paulo, 2006.

WATANABE, G. T. "Uma Contribuição à Análise de Perdas Ocasionadas por Afundamentos Momentâneos de Tensão", 2010, 148 p. Dissertação (Mestrado em Ciência em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2010.

J. L. R. e Silva e L. C. de Moura, "Alternativas Tecnológicas para Mitigação de Afundamento e Interrupção Momentâneas de Tensão em Cargas Sensíveis do Sistema Elétrico de Potência", Centralmat. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/214961482/Disturb-los#scribd>>. Acesso em: 30 out. 2015.

SILVA, S. M. "Estudo e Projeto de um Restaurador Dinâmico de Tensão," 1999, 195 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Minas Gerais, 1999.

JESUS, D. M. F. de, "Avaliação do desempenho do restaurador dinâmico de tensão frente aos afundamentos e elevações de tensão," 2006, 182 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, 2006.

Brumsickle, W. E. ; Schneider, R. S. ; Luckjiff, G. A. ; Divan, D. M.; McGranagham, M. F.: Dynamic Sag Correctors : Cost-effective Industrial Power Line Conditioner . IEEE Transactions on Industry Applications vol. 37 n. 1, 2001.

BANGAR, A, "Power quality improvement of distribution networks using dynamic voltage restorer," 2011, 51 p. Master of Engineering in Power Systems & Electric Drives – Electrical & Instrumentation Engineering Department Thapar University, 2011.

Praveena, A.; Jayashree, M; Mitigation of Voltage SAG using Dynamic Voltage Restorer. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), vol.3., 2014.

SARIGA, V. P., SHIVALKAR, K., K, BHUMARKAR, Y “Modeling & Simulation of a Dynamic Voltage Restorer (DVR),” 2011, 39 p. B. Tech (Electrical & Electronics Engineering – Department of Electrical Engineering Visvesvaraya National Institute of Technology Nagpur, 2011.

VERMA, S.; AGRAWAL, A.;SINGH, D. k. “Voltage Sag Compensation using SMES Based DVR Technology & Pi Controller”, 2015. International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication ,Volume: 3 Issue: 8. 2015.

Mishra, S.P.; Biswal, B., Roselyn, J.P.; Devaraj, D., "Simulation and Analysis of DVR for Mitigating Voltage Sags and Swells," ScienceDirect – International Conference On Design and Manufacturing, IConDM 2013, Procedia Engineering 64 , pp.341-350, 2013.

DEMONTI, R. ; BIANCHIN, C. G. ; Almeida, A. R. ; Tarcísio Loddi . Estudo sobre Métodos de Detecção de Afundamentos de Tensão e Geração de Referências para um Restaurador Dinâmico de Tensão. In: IX INDUSCON - 9th IEEE/IAS International Conference on Industry

Capítulo IV – Open-Tec: Eficiência Energética UMMC

Fábio M. Marin¹⁸

Fernando Henrique Santos¹⁹

João Pedro Ferreira Costa²⁰

Wilson Aurichio Junior²¹

Prof.(a) Esp. Adriana Gisele L. Carvalho²²

Prof. Esp. Antônio Carlos Rodrigues²³

1 INTRODUÇÃO

O estudo a seguir teve como base a empresa Ural Mining Metallurgical Company (UMMC), empresa metalúrgica russa conhecida em seu território nacional, possui cerca de 50 unidades espalhadas pelo país, com sede em Verkhnyaya Pyshma.

Sua presença em meio a indústria é notada devido seus vários fatores sociais é também uma das maiores produtoras de cobre catódico, fornecendo cerca de 40% da produção russa e por suas diversas ações de responsabilidade social como projetos culturais, esporte, educação, espiritualidade, entre outras. Tendo uma visão prioritária ao cumprimento de normas de segurança ambiental, preocupa-se em introduzir tecnologias ecologicamente correta ao seu processo, instalações de tratamento, entre outros.

Pelo fato da empresa estar sempre preocupada com propostas sustentáveis, apoiar o esporte com investimentos em time de basquete, entre outros, ela se destaca entre outras empresas por possuir medidas sustentáveis. UMMC criou um projeto de inovação e conservação de energia, tendo como objetivo mostrar melhorias nos processos, visando reduções de custo e aumento de competitividade em relação a outras empresas, onde a proposta é utilizar de forma mais consciente a energia e o gás natural, a fim de obter um retorno mais lucrativo e um rendimento maior em sua produção.

Esta iniciativa se deve ao fato do excessivo gasto que era feito pela UMMC, embora o lucro seja grande, passando da casa dos bilhões, os gastos também eram elevados, o que resulta em um desperdício financeiro que pode ser utilizado em um possível novo projeto por parte da empresa. As

¹⁸ Docente da Faculdade da Indústria Senai Londrina; adriana.carvalho@sistemafiep.org.br

¹⁹ Docente da Faculdade da Indústria Senai Londrina; antonio.rodrigues@sistemafiep.org.br

²⁰ Docente da Faculdade da Indústria Senai Londrina; adriana.carvalho@sistemafiep.org.br

²¹ Docente da Faculdade da Indústria Senai Londrina; antonio.rodrigues@sistemafiep.org.br

²² Docente da Faculdade da Indústria Senai Londrina; adriana.carvalho@sistemafiep.org.br

²³ Docente da Faculdade da Indústria Senai Londrina; antonio.rodrigues@sistemafiep.org.br

melhorias realizadas foram pautadas nas principais normas ISO 9000, ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18000 que auxiliam e definem como devem ser realizadas as operações.

O trabalho tem como objetivo principal obter um maior entendimento sobre as atividades da empresa, as principais mudanças em sua forma de trabalho, alterações nos custos e melhor aproveitamento do que é utilizado, com a implementação da ISO 50001; assunto tratado na disciplina de Gerenciamento e Conservação de energia. Isso tudo se deve a eficiência energética, que é uma atividade que visa à melhorar o uso das fontes de energia, neste caso, a elétrica.

2 DESENVOLVIMENTO

A segurança é um dos aspectos mais importantes da produção industrial, principalmente em sistemas de produções tecnologicamente complexos como a mineração e a metalurgia.

A UMMC pauta-se pelo princípio da prioridade da segurança dos trabalhadores, visa criar condições de trabalho saudáveis e seguras, incentivar uma atitude responsável dos colaboradores para com o processo produtivo e para a sua própria segurança.

Em cada empreendimento da empresa opera sistema multinível de monitoramento e controle de segurança e saúde ocupacional. Nos últimos cinco anos, a taxa de frequência de lesões por 1.000 funcionários nas principais áreas de produção da empresa diminuiu continuamente e continua a ser significativamente menor do que a média na Federação Russa.

Na contratação de colaboradores diversos exames eram realizados, permitindo um monitoramento médico sistemático no sentido de antecipar e identificar em um estágio inicial doenças ocupacionais para funcionários envolvidos em trabalhos pesados ou em condições de trabalho perigosas ou perigosas, incluindo mineração subterrânea. Neste contexto, quando o time de colaboradores sabe que a empresa está buscando a certificação da ISO 9000, entende que a empresa vê um futuro promissor. Isso acaba motivando os profissionais a buscar mais conhecimento e excelência em seu desempenho no dia a dia.

As normas técnicas mencionadas acima, serão comentadas de forma sintetizada, visando uma melhor compreensão no quanto elas foram norteadoras no projeto de inovação e conservação de energia.

A série OHSAS 18000 consistia em duas especificações: 18001 forneceu requisitos para um sistema de gestão de OHS e 18002 forneceu diretrizes de implementação. É um padrão britânico aplicado internacionalmente para sistemas de gestão de segurança e saúde ocupacional. Ele existe para ajudar todos os tipos de organizações a implementar um desempenho comprovadamente sólido de segurança e saúde ocupacional. É um sistema de gestão de segurança e saúde ocupacional amplamente reconhecido e popular. Organizações em todo o mundo reconhecem a necessidade de controlar e melhorar o desempenho de saúde e segurança e fazem isso com sistemas de gestão de saúde e segurança ocupacional (OHSMS).

Quanto a norma ISO9001 é a principal que apresenta os requisitos de qualidade que compõem o SGQ, tendo como finalidade a certificação de sistemas da qualidade segundo seus requisitos.

ISO 9000		
Objetivo	Estrutura	Implementação
Garantir que o processo produtivo esteja sendo seguido à risca, garantindo, assim, a qualidade do produto	<ul style="list-style-type: none"> • Escopo • Referências normativas • Termos e definições • Contexto da organização • Liderança • Planejamento • Apoio • Operação • Avaliação de desempenho • Melhoria 	Ocorre com a adequação da empresa e seus processos em cada um dos elementos indicados. É necessário criar uma equipe e planejar todos os passos para transformar os aspectos que necessitam dessa transformação, buscando a melhor forma ao considerar as características da organização. Todos os membros da empresa precisam estar envolvidos nesse processo. Sem engajamento a implementação do modelo torna-se extremamente difícil. Trabalhar com toda a hierarquia da organização encarando seus interesses particulares é um grande desafio.

A implementação de um sistema de Gestão de Qualidade, significa ter processos bem definidos e normatizados e, por consequência, melhorar o seu produto. Tudo isso irá resultar em melhor atendimento ao cliente, redução de prazo de entrega, redução de refugos, entre outros. Existem mercados mundo afora que exigem a certificação de potenciais fornecedores. Isso garante a qualidade de um setor inteiro.

Um bom exemplo disso é o setor automotivo, que exige dos fornecedores de peças, motores, etc., um padrão de qualidade que será percebido pelo comprador do carro. Por se tratar de um projeto que visa utilizar de forma mais consciente a energia e o gás natural, empresas com um comportamento ambiental ativo tem controle significativos de seus custos, além da responsabilidade em adotar padrões ambientais.

De acordo com a NBR ISO 14001:2015, um sistema de Gestão Ambiental (SGA) é uma estrutura desenvolvida para auxiliar as organizações, independentemente de seu tipo ou porte, a planejar consistentemente ações, prevenir e controlar impactos significativos sobre o meio ambiente, gerenciar riscos e melhorar continuamente o desempenho ambiental e a produtividade. Adota a Estrutura de Alto Nível especificada no Anexo SL da ISO. Essa estrutura agora é obrigatória para todas as normas do sistema de gestão novas e revisadas. A equipe ISO responsável pelo processo de revisão (subcomissão ISO/TC 207/SC1) identificou as seguintes mudanças emergentes como resultado da revisão:

✓ **GESTÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA**

Há um novo requisito para compreender o contexto da organização ao identificar-se problemas externos e internos relacionados as suas atividades e ao meio ambiente.

✓ **LIDERANÇA**

Uma nova cláusula foi adicionada, com responsabilidades específicas da alta administração, para que esta expresse sua liderança e compromisso com a gestão ambiental. A alta administração pode delegar essa atribuição a outras pessoas, mas permanecerá responsável por ela.

✓ **PROTEÇÃO AMBIENTAL**

A política ambiental deve incorporar um compromisso com a "proteção do meio ambiente" que inclua "prevenção da poluição" e "outros compromissos", tais como uso sustentável de recursos, mitigação e adaptação de mudanças climáticas, proteção da biodiversidade e dos ecossistemas.

✓ **DESEMPENHO AMBIENTAL**

O foco principal é melhorar o desempenho relativo à gestão de questões ambientais. A organização deve decidir os critérios de avaliação de seu desempenho ambiental usando os indicadores corretos.

✓ **CICLO DE VIDA**

A organização precisará estender o controle e influência de seus impactos ambientais desde a aquisição/geração de matéria prima até o tratamento de resíduos. Isso não resulta na necessidade de realizar uma avaliação do ciclo de vida (ACV). No entanto, a organização precisará levar em consideração os estágios de produto/serviço que podem ser controlados ou influenciados.

✓ **COMUNICAÇÃO**

Foi adicionada ênfase na comunicação interna e externa e tratamento igualitário de ambos. A decisão de comunicar externamente é retida pela organização levando-se em conta suas obrigações de conformidade.

✓ **DOCUMENTAÇÃO**

É usado o termo "informações documentadas" no lugar de "documentos" e "registros". A organização tem a flexibilidade de concluir quando os "procedimentos" são necessários. Qualquer formato (papel, nuvem etc.) será válido.

Carvalho e Pompeu, mencionam que a importância da preservação ambiental recebeu impulso na segunda metade do século XX, com a publicação da obra *Silent Spring*, em 1962, por Carson, ao alertar sobre a má utilização de produtos tóxicos e seus impactos sobre o meio ambiente e o próprio ser humano; da Declaração de Estocolmo de 1972, da criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, lançamento do documento "Nosso Futuro Comum" e do Relatório Brundtland em 1987, da Declaração do Rio de 1992, de Joanesburgo de 2002 (Rio+10) e do Rio de 2012 (Rio+20), da aprovação em 2015 dos "Objetivos do Desenvolvimento Sustentável", por meio do documento "Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, entre outros.

Diante de tantos debates, acordos e metas estabelecidas, as normas estão se atualizando e novas estão surgindo. Em meados da década de 80 que as mudanças climáticas entraram no debate público e passaram a estar presentes na agenda política dos governos, especialmente dos países industrializados. Segundo Sampaio, Saraiva e Rodrigues (2009), os benefícios da norma abrangem todas as atividades internas e externas, em todos os aspectos das operações. Diante de tantos desafios globais, a competitividade futura dos empreendimentos nas mais diversificadas áreas e na mineração estará fortemente relacionada ao desenvolvimento e à adoção de tecnologias mais eficientes e sustentáveis.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste estudo foi uma investigação bibliográfica, visando os aspectos relacionados a meio ambiente, sustentabilidade e o entendimento de uma empresa Ural Mining Metallurgical Company (UMMC). Projetos voltados para inovação e conservação de energia visam aprimorar os sistemas de gestão, economizar energia, reduzir o custo do produto final, diminuir impactos ambientais e propiciar uma imagem de referência e termos de conservação de energia. Alguns aspectos relacionados as normas tiveram a proposta de evidenciar que são ferramentas eficazes para auxiliar as organizações na identificação, priorização e gerenciamento de seus riscos ambientais, exigindo um forte comprometimento em relação às prevenções e melhorias contínuas em termos ambientais no contexto das atividades diárias da gestão. Sobre a empresa pesquisada, visa relatar um exemplo de uma mineradora e seus comprometimento com a sociedade e o meio ambiente.

4 ANÁLISE E CONCLUSÃO DA PESQUISA

Como todas as normas, também as que foram citadas neste trabalho, vêm sofrendo modificações e incorporando mudanças ao longo do tempo, visando acompanhar o ritmo competitivo das empresas, assim como atender as demandas e exigências do mercado consumidor, que se apresenta cada vez mais competitivo neste contexto. Sobre a empresa mencionada neste estudo, a planta produtora de vergalhão de cobre da empresa reduziu o seu consumo de eletricidade e gás natural em 3,7% e 1,7%, respectivamente, em relação ao projeto para o período. Em termos absolutos, estas porcentagens equivalem a 792.000 kWh e 170 metros cúbicos.

O aprendizado foi de que, para a implementação desse projeto, vários funcionários auxiliaram na mudança, mostrando a importância de cada um, independentemente de seu cargo, possui voz e relevância dentro da empresa. Além de, mostrar que não precisa necessariamente de um grande investimento.

Além da economia financeira de quase 5%, a união entre funcionários e empresa resultou nesta mudança, mostrando que cada um pode colaborar e apresentar suas ideias com liberdade, buscando maior lucro para a empresa e reconhecimento no ambiente de trabalho.

Todo o processo envolvido nas Conferências das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento tem levado a um repensar da essência do Direito Ambiental.

REFERÊNCIAS

CARNEIRO, M. B.; LIZARELLI, F. L.; TOLEDO, J. C. The impact of ISO 9001 certification on Brazilian firms' performance: Insights from multiple case studies. *International Journal of Economics and Management Engineering*, v. 15, n. 8, p. 677- 683, 2021.

SAMPAIO, P.; SARAIVA, P.; RODRIGUES, A. G. ISO 9001 certification research: Questions, answers and approaches. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 26, p. 38-58, 2009.

HAYASSHI, Carmino. Certificação e implementação do sistema de gestão ambiental nas empresas sob a égide das normas iso 14001 e iso 14004. UNIFAL Universidade Federal de Alfenas. FACEF Pesquisa: Desenvolvimento e Gestão, v.23, n.1 - jan/fev/mar/abr 2020

SITES PESQUISADOS:

<https://www.ugmk.com>

<https://andrey-bokarev.com/company/ural-mining-and-metallurgical-company/>

<https://www.slideshare.net/flaviocasemiro/guia-de-gesto-de-energia-nbr-iso-50001-73862099>

<https://certificacaoiso.com.br/iso-9001/>

<https://www.sienge.com.br/blog/iso-9000-conheca-as-normas-de-qualidade/>

<https://certificacaoiso.com.br/iso-14001/>

https://www.rusbiznews.com/members/view/parti_id230.html

