

Revista de
Engenharia e
Pesquisa Aplicada

Revista de
Engenharia e
Pesquisa Aplicada

Volume 2 - Número 4 – Dezembro 2017

ISSN: 2525-4251 (versão on line)

Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada

Volume 2 - Número 4 –Dezembro 2017

Foco e Escopo

A Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada é uma publicação da Universidade de Pernambuco que tem como objetivo ser um canal de divulgação de trabalhos nas áreas de engenharia, computação e áreas tecnológicas convergentes.

Seções

Engenharia Civil
Engenharia da Computação
Engenharia Elétrica
Engenharia Mecânica

Processo de Avaliação

O processo de avaliação da Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada será realizado por no mínimo dois revisores, professores da UPE ou convidados externos, envolvidos na pós-graduação.

Periodicidade

Semestral.

Política de Acesso Livre

Esta revista oferece acesso livre imediato ao seu conteúdo, seguindo o princípio de que disponibilizar gratuitamente o conhecimento científico ao público proporciona maior democratização mundial do conhecimento.

Corpo Editorial:

Luis Arturo Gómez Malagón
lagomezma@poli.br
Alexandre Magno Andrade Maciel
amam@ecomp.poli.br
Diego José Rativa Millan
diego.rativa@ecomp.poli.br

Comitê Editorial:

Alberto Casado Lordsleem Lordsleem Júnior
Francisco Gilfran Alves Milfont
Francisco Ilo Bezerra Cardoso
Maria Lencastre Pinheiro M. Cruz
Sérgio Campello Oliveira

Universidade de Pernambuco

Reitor: Pedro Henrique de Barros Falcão
Vice-Reitor: Maria do Socorro Cavalcanti

Escola Politécnica de Pernambuco

Diretor: José Roberto Cavalcanti
Vice-Diretor: Alexandre Duarte Gusmão

Endereço

Rua Benfica, 455 – Madalena
Recife/PE - CEP: 50/720-001
Telefone: 55 81 3184-7513
Email: cpg@poli.br

CIP Catalogação-na-Publicação
Universidade de Pernambuco Escola Politécnica de Pernambuco
Biblioteca Central

Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada / Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica de Pernambuco - Vol.2, no. 4 (2017) - Recife: UPE, 2017.
Semestral
ISSN 2525-4251 (versão online)
Título abreviado: Rev. Eng. Pesquisa Aplicada.
¹ ENGENHARIA - Periódicos

DOI: <http://dx.doi.org/10.25286/rep.v2i4>

Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada

Volume 2 – Número 4 – Dezembro 2017

Diagnóstico Energético em um Sistema de Abastecimento de Água

Carlos Frederico Dias Diniz – Luis Henrique Pereira da Silva– Sebastião Soares Lyra Netto **1**

Análise das manifestações patológicas nos bancos pré-moldados da Avenida Boa Viagem

Eduardo de Carvalho Burle Lobo Santos – Carlos Wellington de Azevedo Pires Sobrinho **8**

Ludificação em Engenharia de Software: Tornando o processo de desenvolvimento em uma empresa um jogo

Joel Coutinho da Silva Neto – Joabe Bezerra de Jesus Júnior **16**

NodeI4.0:integrando sistemas legados à indústria 4.0

Antônio Paulo Batista Junior – Sérgio Campello Oliveira **30**

Aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor na Indústria de Alumínio

Camila da Silva Oliveira – Lara Calado **38**

Aplicação de ensaios não destrutivos no processo de fabricação de bases metálicas dos elevadores de cremalheira

Valber Mario da Costa Silva – Francisco Ilo Bezerra Cardoso – Valdézio José Pininga de Souza **45**

Evolução da norma ISO 9001: uma análise comparativa

Tarsila Tenório Luna da Silva – Ana de Fátima Braga Barbosa **56**

Aplicação das ferramentas da qualidade em uma empresa de serviços de saúde da região metropolitana do Recife-PE

Rodrigo Felix da Silva – Ana de Fátima Braga Barbosa **67**

Processamento de Áudio em Microcontroladores Simples

Adilson Cavalcanti– Sérgio Campello Oliveira **77**

A Importância e o Uso de Ferramentas da Qualidade pelo Engenheiro Clínico Para o Sistema de Gestão de Acreditação Hospitalar	83
<i>Marcos Alberto – Walmir Pedrosa</i>	
O Papel da Comunicação na Elicitação de Requisitos – Entrevistas e Brainstorming	97
<i>Hugo Felipe Dias da Costa – João Henrique Correia Pimentel</i>	
Diversificação da Matriz de Energias Renováveis no Brasil: O Desenvolvimento das Novas Fontes de 2010 a 2016	110
<i>Renan Teófilo Ferraz – Alcides Codeceira</i>	
As diferentes perspectivas da qualidade sobre nível de serviço na logística e os desafios do e-commerce	118
<i>Gabriela Andrade Lacerda de Melo – Antônio Fernando</i>	

Diagnóstico Energético em um Sistema de Abastecimento de Água

Energy Diagnosis in a Water Supply System

Carlos Frederico Dias Diniz ¹

Luis Henrique Pereira da Silva ¹

Sebastião Soares Lyra Netto ¹

¹ Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil,

E-mail do autor principal: Carlos Frederico Dias Diniz carlosfd@poli.br

Resumo

Este trabalho objetiva desenvolver uma metodologia para diagnosticar energeticamente um sistema de bombeamento de água com vistas ao abastecimento de uma cidade. O referido método foi testado e validado para uma estação de bombeamento de água responsável pelo abastecimento de cerca de 40.000 pessoas. Dentre as ações propostas, chamam a atenção para a redução dos custos com energia elétrica a utilização de inversor de frequência, o redimensionamento de conjuntos motor-bomba (CMBs), o enquadramento e a otimização tarifária. No caso testado, observou-se que a metodologia utilizada possui custo relativamente baixo e é de fácil aplicabilidade, podendo atingir um potencial de aproximadamente 27% de economia de energia elétrica, com tempo de retorno de investimento inferior a dois anos.

Palavras-Chave: Bombeamento de água; Diagnóstico energético; Eficiência energética; Economia de energia.

Abstract

This work intends to develop a methodology to do the energetic diagnose of a water pumping system in order to supply the population of a city. This method has been tested and validated for a pumping station of water responsible for supplying about 40,000 people. Among the proposed actions, those that draw attention to the reduction of electricity costs are the use of frequency inverter, set pumps (CMBs), framework and tariff optimization. In the tested situation, it was observed that the methodology used is simple, has a relatively low cost and is easy to apply, presenting a potential of about 27% of electricity savings, with a payback time of less than two years.

Key-words: Water pumping; Energy diagnosis; Energy efficiency; Energy saving.

1 Introdução

Os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário são responsáveis por cerca de 3% da energia consumida no mundo. No Brasil, a situação não é diferente. “De acordo com dados do Programa Nacional de Conservação de Energia para o setor de Saneamento (Procel Saneam), obtidos em 2008, entre 2 e 3% do consumo total de energia elétrica no nosso país, o equivalente a cerca de 10 bilhões de kWh/ano, são consumidos por prestadoras de serviços de água e esgotamento sanitário” [1]. Aproximadamente, 90% dos gastos com energia elétrica das concessionárias de água devem-se às elevatórias dos sistemas de abastecimento público [2].

Um diagnóstico energético em um sistema de abastecimento pode indicar que simples ações administrativas e/ou operacionais podem implicar reduções de consumos e custos com energia elétrica, produzindo eficiência energética. Tais reduções podem ajudar tanto as empresas de saneamento, que podem ter sistemas mais eficientes e lucros maiores, quanto a população, que pode ter redução no valor das tarifas de energia elétrica a serem pagas. De acordo com Haddad e Martins [3], a eficiência energética pode ser definida como a capacidade de realizar um serviço e/ou produzir um bem com uma quantidade de energia inferior à que era usualmente consumida, sem que isso prejudique sua qualidade, conforto e eficiência.

A unidade escolhida para esse diagnóstico foi uma Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT) do tipo Booster. Esta unidade pertence à Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa), está localizada no bairro de Prazeres, Jaboatão dos Guararapes, e é responsável pelo abastecimento de água de cerca de 40 mil pessoas.

2 Objetivo

Realizar um diagnóstico na busca de soluções para a eficiência energética e otimização de custos com o insumo energia elétrica em um sistema de abastecimento de água.

3 Metodologia

Para atingir os objetivos da pesquisa, o trabalho empregou os seguintes métodos:

- Análise das faturas de energia elétrica da unidade estudada;

- Realização de simulações tarifárias e análise dos resultados obtidos;
- Medição dos seguintes parâmetros elétricos: potências ativas (kW), reativas (kvar), bem como o fator de potência (FP/cos);
- Avaliação do regime operacional da unidade;
- Análise termográfica dos motores de indução em funcionamento.
- Foram utilizados os seguintes equipamentos: um analisador de energia IMS Modelo P 600 e um termógrafo FLUKE TI -9.

4 Resultados e Discussões

Em visita às instalações da EEAT-Booster Prazeres, verificou-se que a alimentação elétrica é feita em média tensão (13,8 kV), através de uma subestação aérea com um transformador de 225 kVA (Figura 1). Para a correção do fator de potência, há um banco capacitivo de 80 kvar, composto por quatro células de 20 kvar (Figura 2).



Figura 1: Subestação (SE) de 225 kVA.
Fonte: os autores.



Figura 2: Banco capacitivo de 80 kvar.
Fonte: os autores.

A referida unidade possui dois conjuntos motor-bomba (CMBs) de seis polos e 200 cv de potência (Figura 3). São motores antigos (não foi possível identificar na placa o ano de fabricação), que já foram rebobinados algumas vezes e ainda utilizam chaves compensadoras na partida. Por uma estratégia operacional da Compesa, no momento do estudo, esta unidade estava voltando a operar depois de vários meses sem funcionar (Figuras 4 e 5). A demanda contratada era de 30 kW na modalidade tarifária Alta Tensão Convencional, subgrupo A4 (de 2,3 kV a 25 kV).



Figura 3: Conjuntos Motor-bomba.
Fonte: os autores.

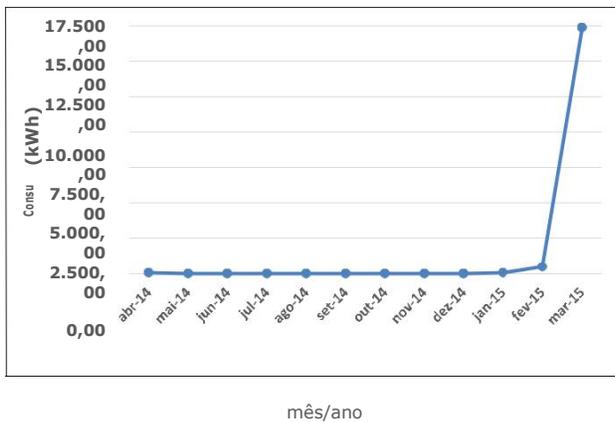


Figura 4: Histórico de consumo de energia elétrica.
Fonte: os autores

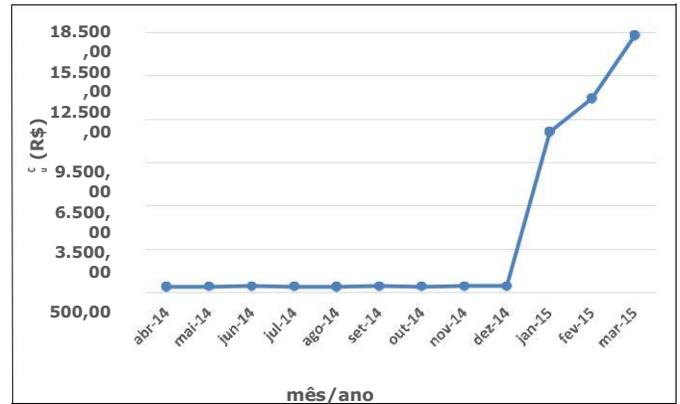


Figura 5: Histórico de custo com energia elétrica.
Fonte: os autores.

O regime operacional proposto para o momento foi o de funcionamento de apenas um CMB, sendo o outro reserva, com parada no horário de ponta. Como não houve a solicitação à concessionária de energia do aumento da demanda contratada, observou-se a cobrança de multa por ultrapassagens da demanda contratada no valor médio mensal de R\$ 8.389,70 nas primeiras faturas de energia pós-retorno da operação da unidade.

Considerando-se o Quadro 1 de tarifas de energia praticadas pela Companhia Energética de Pernambuco (Celpe) para o mês de agosto/2016, os consumos de energia elétrica médios mensais no horário fora de ponta e de ponta nos valores de 70.862 kWh e 12.144 kWh, respectivamente, e as demandas a serem contratadas no horário fora de ponta e de ponta nos valores de 145 kW e 30 kW, respectivamente, foi possível simular os valores das faturas, conforme valores obtidos no Quadro 2.

Quadro 1: Tarifas de energia elétrica – agosto/2016.

	Consumo (R\$/kWh)		Demanda (R\$/kW)	
	Ponta	Fora Ponta	Ponta	Fora Ponta
THV (A4)	1,48948	0,31801	14,38828	
THA (A4)	0,47063	0,31801	41,99478	14,38828
ATC (A4)	0,34917		47,11248	

Fonte: Celpe, 2016.

Legendas:

THV – Tarifa Horária-Verde;

THA – Tarifa Horária-Azul;

TATC – Tarifa Alta Tensão Convencional.

Quadro 2: Simulações tarifárias.

EAT-BOOSTER PRAZERES - 1 CMB DE 200 cv COM PARADA APENAS NO HORÁRIO DE PONTA							
Unidade	Cons. Pta (kWh)	Cons. FPta (kWh)	Dem. Pta (kW)	Dem. FPta (kW)	TATC(R\$)	THV(R\$)	THA(R\$)
BOOSTER PRAZERES	12.144,00	70.862,00	30	145	35.814,51	42.709,37	31.596,30

Fonte: os autores.

Onde:

- Cons. Pta. – Consumo médio no horário de ponta;
- Cons. FPta. – Consumo médio no horário fora de ponta;
- Dem. Pta. – Demanda contratada no horário de ponta;
- Dem. FPta. – Demanda contratada no horário fora de ponta.

Observa-se que uma simples modificação de modalidade tarifária de TATC para THA traria uma economia mensal na fatura de energia estimada em R\$ 4.218,21.

No Quadro 3, temos os valores obtidos, em intervalos de 15 minutos, através do instrumento IMS para as potências ativa, reativa e o fator de potência (FP).

Quadro 3: Parâmetros elétricos medidos.

	09h15	09h30	09h45	10h00	10h15	10h30	10h45	11h00	11h15	11h30
P. Ativa (kW)	101,36	135,84	129,74	126,84	126,32	126,04	126,02	126,08	125,84	125,42
P. Reativa (kvar)	83,52	107,9	106,5	105,74	106,1	106,28	106,46	106,4	106,46	106,18
FP	0,77	0,78	0,77	0,77	0,77	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76

Fonte: os autores.

A partir deste experimento, foi observado que o banco capacitivo não estava funcionando corretamente de forma que a média do FP foi de 0,77, e não 0,98, conforme esperado pela potência reativa instalada (80 kvar). Uma correção deste mau funcionamento traria uma economia mensal na fatura de energia estimada em R\$ 949,16, sendo esse valor o médio cobrado pelos reativos excedentes.

O controle de vazão da unidade estudada é feito através de estrangulamento de uma válvula manual, ou seja, o operador está alterando a curva do sistema para controlar a vazão. Quando estrangulamos uma válvula, na partida ou no controle de vazão de uma bomba, nós alteramos a curva do sistema (Figura 6) [4].

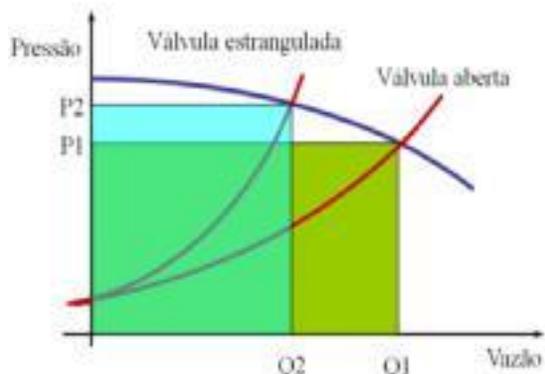


Figura 6: Controle de vazão através da manobra de válvula.

Fonte: MADDARENA, 2006

Atualmente, o controle eletrônico da velocidade dos motores é mais eficaz que o estrangulamento de válvulas e permite uma interessante economia de energia. Observa-se que a curva da bomba é alterada, e não a do sistema (Figura 7) [4].

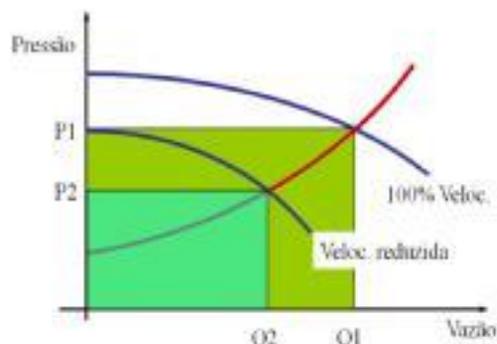


Figura 7: Controle de vazão através da variação da rotação da bomba.

Fonte: MADDARENA, 2006.

Como a potência elétrica é proporcional à área do retângulo delimitado pelo ponto de operação e à origem dos eixos, nota-se facilmente que, reduzindo a velocidade da bomba para diminuir a vazão, teremos uma economia de energia maior e mais eficiente que o método do estrangulamento de válvulas.

Para o controle de vazão de um CMB, a utilização de um inversor de frequência nos dá uma economia de energia bem maior que o método do estrangulamento. De acordo com a curva de ensaio, uma redução de 10% na velocidade do motor, o que acarretaria uma redução de 10% na vazão da bomba, daria uma diminuição de mais de 20% da potência elétrica solicitada pelo motor.

Para facilitar a visualização, apresentamos o gráfico exposto na Figura 8.

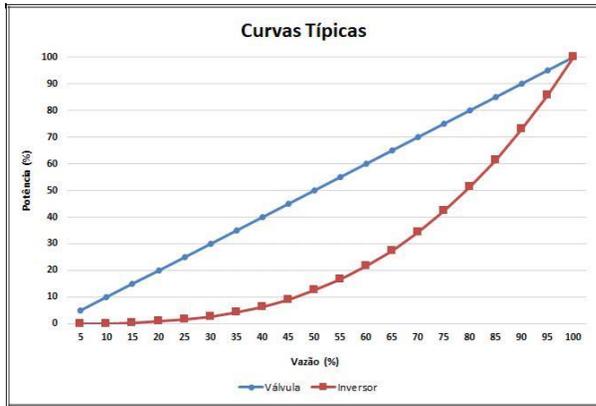


Figura 8: Comparação através de ensaio de controle de vazão entre o método de válvula de controle (estrangulamento) e um acionamento eletrônico (inversor de frequência)
Fonte: os autores

O inversor de frequência é um equipamento eletrônico capaz de produzir uma variação nos valores de frequência da tensão elétrica que alimenta o motor, causando uma variação na sua velocidade de sua rotação [5].

Em uma bomba com motor de 200 cv (147,2 kW) com rotação nominal de 1.200 rpm, diminuindo em 10% sua rotação, tem-se:

$$N1 = 1.200 \text{ rpm}$$

$$N2 = 1.080 \text{ rpm}$$

$P1 = 200 \text{ cv} = 147,2 \text{ kW}$ (Potência nominal com o motor a rotação plena).

Relacionamos as potências com as velocidades da seguinte forma:

$$(P2/P1) = (N2/N1)^3 \tag{1}$$

$$P2 = (N2/N1)^3 \cdot P1 = (1.080/1.200)^3 \cdot 147,2$$

$$P2 = 107,31 \text{ kW} \tag{2}$$

O resultado acima nos mostra uma redução de 27,1% na potência elétrica solicitada pela carga. De acordo com os resultados das medições e das tarifas de energia, uma economia de 27,1% no consumo de energia representaria um montante de R\$ 6.612,88, significando uma redução de 20,93% na fatura de energia elétrica quando comparamos os montantes "THA" presentes nos Quadros 2 e 4.

Quadro 4: Simulações tarifárias com a redução de potência.

EEAT-BOOSTER PRAZERES - 1 CMB DE 200 cv COM PARADA APENAS NO HORÁRIO DE PONTA							
Unidade	Cons. Pta (kWh)	Cons. FPla (kWh)	Dem. Pta (kW)	Dem. FPla (kW)	TATC(R\$)	THV(R\$)	THA(R\$)
BOOSTER PRAZERES	12.144,00	51.651,00	30	110	27.457,67	36.096,49	24.983,42

Fonte: os autores.

Os CMBs da unidade operam atualmente com motores antigos e que já foram rebobinados várias vezes. Rebobinamento em desacordo com os dados originais de projeto do fabricante: nesse caso, o número de espiras ou bitola de fio diferentes do original colocam a condição de funcionamento do motor fora das características ideais, acarretando decréscimo no rendimento e aumento nas perdas. Pesquisas mostram que, a cada rebobinamento, um motor perde em média 3% do seu rendimento [6].

Além disso, os termogramas apresentados nas Figuras 9 e 10 mostram altas temperaturas nos motores em regime operacional.

Observação: As temperaturas que aparecem nas imagens termográficas estão na escala Fahrenheit.

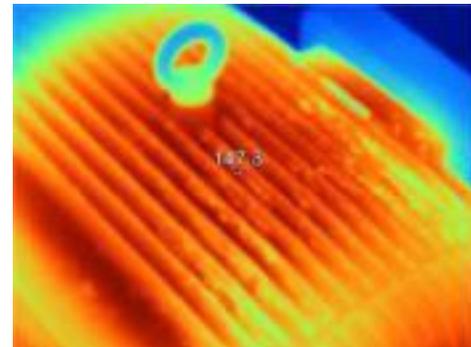


Figura 9: Vista superior do motor - 64,06°C.
Fonte: os autores.

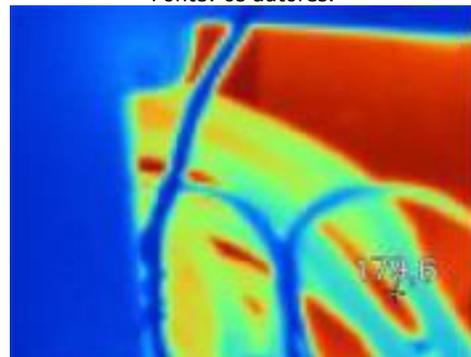


Figura 10: Condutores na caixa de ligação - 82°C.
Fonte: os autores.

Temperaturas elevadas podem afetar a vida e a confiabilidade dos motores, causando a

deterioração de suas partes vitais, especialmente a isolação [6].

O Decreto nº 4.508, de 11 de dezembro de 2002, que dispõe sobre a regulamentação específica sobre os níveis mínimos de eficiência energética de motores elétricos trifásicos de indução rotor gaiola de esquilo, especifica valores mínimos de rendimento para motores classificados como padrão (motores da linha *standard* ou convencional). Detalha também valores mínimos de rendimento para uma linha de motores denominados de alto rendimento [6].

A substituição dos motores da linha padrão por motores de alto rendimento (A.R.) poderá trazer uma economia mensal interessante na fatura de energia elétrica.

Considerando-se uma redução de 10 kW de potência solicitada da rede elétrica pela substituição dos motores da linha padrão da unidade estudada por motores de alto rendimento, estimamos uma economia mensal de R\$ 1.637,26 na fatura de energia elétrica quando comparamos os montantes "THA" presentes nos Quadros 4 e 5.

Quadro 5: Simulações tarifárias com a utilização de motores de alto rendimento

EAT-BOOSTER PRAZERES - 1 CMB DE 200 cv COM PARADA APENAS NO HORÁRIO DE PONTA							
Unidade	Cons. Pta (kWh)	Cons. FPta (kWh)	Dem. Pta (kW)	Dem. FPta (kW)	TATC(R\$)	THV(R\$)	THA(R\$)
BOOSTER PRAZERES	12.144,00	46.955,00	30	100	25.346,85	34.549,23	23.346,16

Fonte: os autores.

Na prática, as perdas totais do motor elétrico de alto rendimento correspondem a aproximadamente 60% das perdas totais de um motor elétrico comum. Contudo, apesar desta redução substancial das perdas, o rendimento do motor de alto rendimento permanece em torno de 3,5% maior que o rendimento do motor elétrico *standard*.

5 Conclusão

De acordo com os resultados das simulações, pode-se obter uma economia substancial com a manutenção do banco capacitivo, troca do sistema atual para o sistema com acionamento eletrônico, substituição dos motores obsoletos ou *standard* (padrão) por motores de alto rendimento e modificação do sistema tarifário para a modalidade horária-azul (com desligamento no horário de ponta). A demanda contratada com a concessionária de energia será reduzida de 145

para 100 kW no horário fora de ponta e 30 kW no horário de ponta em consequência das ações tomadas.

Quantificando os valores, teremos:

- Economia mensal estimada com a manutenção do banco capacitivo da unidade: R\$ 949,16.
- Economia mensal estimada com a mudança dos acionamentos dos CMBs e ajustes na modalidade tarifária e com a adequação do contrato de demanda: R\$ 6.612,88.
- Economia mensal estimada na fatura de energia pela da troca dos motores da linha padrão por motores de alto rendimento e readequação do contrato de demanda: R\$ 1.637,26.
- Investimento estimado na aquisição de dois motores de alto rendimento 200 cv, seis polos: R\$ 60.000,00.
- Investimento estimado na aquisição de um inversor de frequência próprio para acionar esses motores: R\$ 40.000,00.
- Investimento estimado na aquisição de um quadro com modelo de distribuição geral: R\$ 60.000,00.

Observação: Para acionar os CMBs basta adquirir apenas um inversor de frequência, uma vez que apenas um CMB funciona por vez.

O investimento total estimado seria de R\$ 160.000,00 (valores aproximados sem contabilizar os custos da mão de obra para as montagens) e a economia mensal estimada seria de R\$ 9.199,30.

Observa-se facilmente que, por *payback* simples, o investimento teria retorno simples em 17,39 meses (poderemos considerar 18 meses).

6 Apoio Institucional

A pesquisa resumida neste artigo contou com o apoio do Grupo de Gestão da Energia Elétrica da Escola Politécnica de Pernambuco (POLI/UPE), vinculado ao curso de Engenharia Elétrica – Eletrotécnica desta mesma instituição.

Referências

- [1] H. P. GOMES. Sistemas de Saneamento – Eficiência Energética. Editora Universitária, João Pessoa-PB, p.3, 2010. 1ª edição. 366p.
- [2] M. T. TSUTIYA. Redução do custo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e

Ambiental, São Paulo-SP, 2005. 1ª edição. 376p.

- [3] J. HADDAD, A. R. MARTINS. Conservação de Energia: eficiência energética de instalações e equipamentos. Editora da EFEI, Itajubá-MG, 2001. 1ª edição. 467p.
- [4] E. MADDARENA. Aplicação de Inversores de Frequência em Sistemas de Bombeamento. Brasília-DF, p.14-18, 2006.
- [5] M.T. TSUTIYA. Abastecimento de Água. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária - USP, São Paulo-SP, 2005. 2ª edição. 643p.
- [6] PROCEL INDÚSTRIA-Edição Seriada/ELE-TROBRAS-CNI/IEL. Motor Elétrico-Guia Básico. Brasília-DF, 2009.

Análise das manifestações patológicas nos bancos pré-moldados da Avenida Boa Viagem

Analysis of pathological manifestation in the pre-molded banks in Boa Viagem Avenue

Eduardo de Carvalho Burle Lobo Santos ¹  <http://orcid.org/0000-0002-1201-4464>

Carlos Welligton de Azevedo Pires Sobrinho ¹

¹ Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil,

E-mail do autor principal: Eduardo de Carvalho Burle Lobo Santos eblobo@hotmail.com

Resumo

O contato de peças de concreto armado com a névoa salinas é, às vezes, inevitável, porém devemos seguir as normas de modo a minimizar e/ou até anular a probabilidade de proliferação de manifestações de modo a ampliar a vida útil das Peças. A partir disso veio a curiosidade de verificar o porquê das manifestações patológicas atuantes e com os resultados em mãos fazer uma analogia junto as normas para verificar os cumprimentos das mesmas. No nosso estudo foram feitos ensaios para verificação de corrosão de armaduras, tanto com a utilização da Fenolftaleína, para profundidade de Carbonatação, quanto o Nitrato de Prata, para visualizar a presença de Cloretos Livres. A partir dos ensaios identificou que o agente causador da corrosão foram os Cloretos. Também foi visto que as peças não foram produzidas de acordo à norma, pois utilizou um recobrimento de 2,0cm, ao invés dos 4,5cm, normatizado, o que fez com que os agentes nocivos cheguem com um tempo mais curto de modo a reduzir a vida útil da peça e necessitar de substituição.

Palavras-Chave: Corrosão; Carbonatação; Cloretos; Vida útil; Névoa Salina

Abstract

The contact of reinforced concrete with the saline mist is sometimes unavoidable, but we must follow the norms in order to minimize and / or even eliminate the probability of proliferation of manifestations in order to extend the useful life of the Parts. From this came the curiosity to verify why of the pathological manifestations and with the results in hand make an analogy with the norms to verify the compliments thereof. In our study, tests were carried out to verify the corrosion of reinforcement, both with the use of Phenolphthalein, for Carbonation Depth, and Silver Nitrate, in order to visualize the presence of Free Chlorides. From the tests it was identified that the agent causing the corrosion was the Chlorides. It was also seen that the parts were not produced according to the standard, since it used a coating of 2,0cm, instead of 4,5mm, normalized, which caused that the harmful agents arrive with a shorter time in order to reduce the life of the part and require replacement.

Key-words: Corrosion; Carbonation; Chlorides; Shelf Life; Saline Mist

1 Introdução

Segundo Nepocumeno et al[1], estruturas de concreto armado podem estar expostas a ambientes urbanos e conseqüentemente à atmosfera poluída de gases como o CO₂ e a ambientes contaminados com cloretos, o que pode provocar a corrosão de armaduras.

A agressão da névoa salina sobre as estruturas de concreto armado situadas na região da beira mar é inevitável, além de ocasionar a proliferação de manifestações patológicas.

Além do ambiente no qual se encontra a peça, das propriedades do concreto, os fatores que aceleram o processo de corrosão são: umidade com uma taxa próxima de 85% e temperatura elevada acima dos 30°C. Esses fatores aceleradores são o que encontramos na cidade do Recife.

A deterioração de inúmeras obras devido à corrosão da armadura é, um dos principais problemas associados à durabilidade do concreto e, tanto a gravidade do problema, como a frequência de ocorrência de corrosão da armadura, evidenciam a necessidade de buscar soluções que contribuam para minimizar a incidência e evolução do processo corrosivo nas estruturas de concreto Vieira [2].

O método que utilizamos para verificação da profundidade de carbonatação das peças foi a aspersão de Fenolftaleína, enquanto que utilizamos o Nitrato de prata para observar a presença de íons cloretos livres.

Neste contexto, este artigo objetiva analisar as manifestações patológicas nos bancos pré-moldados de um trecho específico da Avenida, localizada na região litorânea da cidade do Recife. A partir dos resultados obtidos fazer uma analogia junto a Tabela 6.1 (Classe de Agressividade Ambiental) e a 7.2 (Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o recobrimento nominal) da Norma NBR 6118 para verificar se atende os requisitos mínimos.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Concreto

De acordo com Gentil [3], o concreto é formado por cimento, agregado graúdo, agregado miúdo, água, adições e aditivos (se necessário) e é caracterizado estruturalmente por possuir alta

resistência à compressão, porém sua resistência à tração é baixa, e, devido a esse motivo, o aço é incorporado ao concreto para resistir aos esforços de tração, formando então o concreto armado.

Segundo Rocha[4]: as armaduras inseridas como componentes estruturais do concreto estão, em princípio, protegidas e passivadas contra o risco de corrosão. Esta proteção é proporcionada pelo concreto de recobrimento, que forma uma barreira física protegendo contra os agentes externos, e principalmente por uma proteção química da alcalinidade presentes nos poros do concreto, pH em torno de 12.5, ideal para formação e manutenção desta película passivadora.

Por ser um material poroso, proveniente da água ou do incorporador de ar que foi utilizado durante o processo de execução do mesmo, esses poros funcionam como um canal de passagem que liga o exterior ao interior. Esses canais são os responsáveis pelo transporte de água, gases ou agentes nocivos para a parte interna da peça. A corrosão da armadura, assim como o deslocamento do concreto está diretamente relacionado a esses vazios.

Para ser mais resistentes a essas influências físicas ou químicas o concreto deve ter uma menor quantidade de vazios ou poros, ou seja, uma menor utilização da água ou incorporador de ar durante o seu preparo, ou seja, deve possuir uma baixa relação água/cimento. Sendo desta forma reduz os poros e a incidência de agentes nocivos, conseqüentemente amplia a vida útil do elemento de concreto.

2.2 Corrosão de Armadura

A corrosão de armadura em concreto armado é em função basicamente de aspectos físicos (barreira – cobrimento de armadura) e químicos (alcalinidade do concreto). Os agentes agressivos tais como sulfatos, ácidos, reação álcali-agregado podem levar a deterioração do cobrimento, propiciando as condições necessárias para a despassivação da armadura devido ao ataque de materiais deletérios como o CO₂ e os íons Cloretos conforme Helene[5].

Segundo Andrade [6], no caso das armaduras de concreto armado as conseqüências degenerativas apresentam-se na forma de manchas ocasionadas por produtos que ao reagirem com o concreto provocam corrosão. Na

sequência aparecem fissuras, um aumento da seção da armadura provocando tensões e destacamento do concreto de recobrimento e encadeando uma eventual perda da aderência das armaduras principais comprometendo a segurança estrutural ao longo do tempo.

2.2.1 Por Carbonatação

A corrosão de armadura por Carbonatação é um mecanismo muito comum de deterioração do concreto Armado. É formado pelo dióxido de carbono que entra pelos poros do concreto e reage com o hidróxido de cálcio do mesmo. Dessa reação é formada o carbonato de cálcio e a água, além de contribuir para a redução da alcalinidade do concreto. Esse material vai percolando a peça até alcançar as barras de ferro. Após o contato com as barras, as mesmas despassivam-se, ou seja, perdem a película protetora devido a alcalinidade do concreto. A partir disso inicia-se a corrosão, mediante a presença da água, resultante da reação da entrada do agente, juntamente ao oxigênio do ar. Essa manifestação patológica pode ser acelerada devido a porosidade do concreto e da umidade da região, a qual a peça está inserida.

2.2.2 Por Cloretos

A corrosão de Armadura por cloreto é comum em região litorânea, a qual sofre a influência da maresia, ou seja, da névoa salina.

Os sais presentes, dentre eles os cloretos podem despassivar a armadura embutida no concreto e, assim, desencadear o processo de corrosão dos íons cloretos que penetram no concreto através de mecanismos de transporte de massa, tem-se como exemplo a difusão iônica no concreto até atingir a armadura. A corrosão de armaduras devido ao ingresso de cloretos é um dos problemas mais sérios e intensos que pode ocorrer em estruturas de concreto, podendo também provocar uma maior deterioração, e, refletindo-se na limitação da vida útil de serviço, de acordo com Rocha[4].

A armadura de aço, ao sofrer a corrosão, sofre perda de seção na região anódica, devido à dissolução do ferro, resultando na perda de aderência entre o aço e o concreto, fazendo assim com que haja a redução da capacidade estrutural da peça e ao aparecimento de manchas de coloração marrom. Deste modo as tensões

internas, altamente expansivas geradas a partir dos produtos da corrosão ocasionam a deterioração da ferragem e o destacamento da camada de cobrimento.

3 Metodologia

O trabalho foi realizado em um trecho da Avenida Boa Viagem, via litorânea da capital Pernambucana, próximo ao nº 5890 (Parque Dona Lindu), vide figura 1. Foram examinados bancos pré-moldados, localizamos perto do mar, cerca de 5 metros, ou seja, com influência constante da névoa salina.



Figura 1: Vista aérea do Parque Dona Lindu

Em campo foi realizada uma inspeção visual para verificar as manifestações patológicas presente nas peças pré-moldadas, além do ensaio de profundidade de carbonatação com uso de Fenolftaleína e ensaio de presença de cloretos livres com a aspersão com Nitrato de Prata.

4 Inspeção Visual

Foi realizado uma vistoria visual para verificação dos estados dos bancos. É perceptível em quase sua totalidade o manchamento, conforme pode ser visualizado nas figuras 2 a 5, devido ao óxido de ferro em todas as peças, além de fissuras paralelas as barras de aço e peças com deslocamentos e até algumas já colapsadas.



Figura 2: Deslocamento na parte superior do banco



Figura 3: Deslocamento na parte de apoio do banco

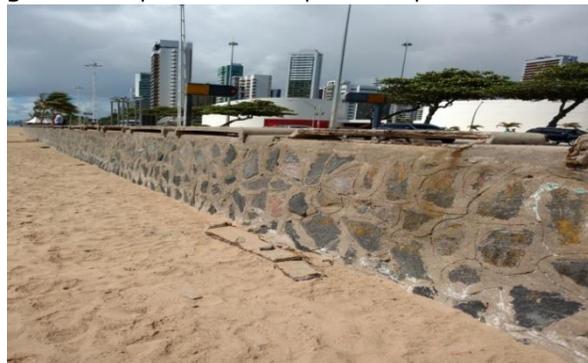


Figura 4: Evidência do Colapso da estrutura.



Figura 5: Evidência de corrosão em bancos adjacentes

5 Ensaios

5.1 Profundidade de Corrosão

Para a verificação da profundidade de Carbonatação foi utilizado o indicador de pH, Fenolftaleína. Inicialmente foi feita a solução com a mistura de 1g da substância com 100ml de álcool etílico, com uma taxa de INPC superior à 90°C.

Após a solução realizada, fez-se a quebra de parte da peça a ser ensaiada, com a utilização de um martelo e uma picareta. Com parte da peça a mostra foi realizada a aspersão sobre a peça com um borrifador para a verificação do teor do pH da peça.

O fenol, como também é conhecido indica através das cores a alcalidade da peça. Se mostrar um tom na cor Vermelho Cardim implica em dizer que aquele concreto está com um pH com valor superior à 9,8, ou seja, o ambiente está alcalino, e o mesmo está protegendo as barras.

Por sua vez se apresentar incolor o pH encontra-se com valores inferior a 8,0, e quando atingir a armadura, esta não terá mais a proteção, fazendo-se com que haja a corrosão da barra de aço.

Foram realizadas amostras em bancos distintos, e em todos mostram que houve a entrada do Dióxido de Carbono, CO₂, nas peças, porém não atingiram a barra. Isso pode ser mostrado pelo fato que somente nas bordas externas estão incolores, no comprimento de 0,5cm, enquanto que nas demais elas apresentam a coloração Vermelha, ou seja, a alcalinidade está preservando a passivação da armadura, de acordo com as figuras 6 e 7.



Figura 6: Evidência da contaminação por dióxido de Carbono



Figura 7: Detalhe de parte contaminada pelo dióxido de carbono.

5.2 Presença de Cloretos

Para verificarmos a presença de Cloretos Livres, que forma qualitativa nas peças fizemos a utilização do Nitrato de Prata. Foi preparada uma solução com 250ml de água com 1g do Nitrato de Prata. Após a realização da Solução foram feitos 3 testes sobre as peças recém- amostradas ao ambiente para verificação dos Cloretos. A existência do cloreto livre é verificada quando aplicada a solução e é verificado pontos brancos, sendo esse, os cloretos livres, como mostram as figuras 8 e 9.



Figura 8: Evidência da presença de cloretos livres



Figura 9: Cloretos Livres

Nas peças podem ser vistas pontos brancos, ou seja, cloretos livres, os quais estendem-se por toda parte da peça desde as camadas mais extremas até sobre as barras.

Além do que foi citado anteriormente detectamos como o ataque por íons cloretos pelo fato de ser per pite, ou seja, por pontos, além de apresentar perda de secção da barra.

5.3 Teor de Íons Cloretos

A profundidade da contaminação por cloreto é verificada através do ensaio de teor de íons cloretos. Esse ensaio avalia quantitativamente a presença de cloretos na peça de concreto armado. O ensaio é realizado com uma furadeira e um saco, ou outro recipiente para a coleta dos resíduos de concreto que sairão com a inserção do maquinário no concreto.

Faz-se a coleta para cada 50mm de concreto perfurado até chegar a armadura. Depois das coletas já realizadas faz-se uma análise para realizar o perfil de cloreto da peça. Esse perfil serve até para demonstrar se a contaminação está proveniente de fora para dentro, ou de forma contrária.

Verificamos que a incidência é do exterior para o inferior quando o teor vai tendo os valores decrescendo, no entanto quando o valor vai aumentando trata-se de uma contaminação inicialmente interna. É diagnosticado contaminado quando a quantidade de cloretos livres é superior a 0,4% da massa de cimento do concreto. Nesse trabalho não realizamos este ensaio.

6 Resultados Obtidos

Tratando-se dos resultados referente à profundidade de Carbonatação foi verificado que houve a migração do dióxido de Carbono nas peças, porém o mesmo não adentrou pela peça até atingir as barras do concreto armado, ou seja, embora tenha sido infectado a incidência do CO₂ não foi a causa responsável pela corrosão de armadura das peças.

Por sua vez tratando-se do ensaio da presença de Cloretos, foi detectado uma incidência muito grande dessa substancia ao longo de toda a peça até o atingimento das barras.

A presença dos íons cloretos livres são os responsáveis pela corrosão da armadura, e conseqüentemente, a expansão das barras, as quais geram as fissuras e posteriormente o deslocamento do concreto que protege as barras, devido ao fato do concreto não possuir alta resistência a tração, fazendo-se assim com que haja cada vez mais a entrada de agentes nocivos.

7 Analogia às Tabelas 6.1 e 7.2 da NBR 6118/2014 – Projeto de Estruturas de Concreto

A NBR 6118/2014- Projeto de estruturas de Concreto possui em seu corpo a Tabela 6.1[7]. Referentes a Classe de Agressividade do Meio.

A tabela abaixo mostra qual o grau de agressividade a partir do local, o qual está inserida a peça. Por ser uma peça que sofre respingo de maré, classificamos a Agressividade como Forte, conseqüentemente é atribuída o valor de IV para esta.

Tabela 6.1 - Classes de agressividade ambiental (CAA)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{a b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a c}	Elevado
		Respingos de maré	

Após a identificação da Classe de Agressão, voltamos a NBR e verificamos na tabela 7.2[7] os cobrimentos mínimos necessários para a peça.

Tabela 7.2 - Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para Δc = 10 mm

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^a	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^a	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

A partir da Tabela, utilizando a classe de agressividade e o tipo de estrutura verificamos qual o recobrimento de cada componente ou/elemento. No caso estudado por ser Classe IV e estrutura em Concreto Armado, e por se comportar como uma laje, logo o valor mínimo de recobrimento para as peças é de 4,5cm. No local foram coletadas medidas dos recobrimentos, tanto nas faces superiores, quanto as inferiores, de acordo com as figuras 10 a 12.



Figura 10: Medição do Recobrimento superior da peça.



Figura 11: Medição do recobrimento inferior da peça.



Figura 12: Medição do recobrimento de peça.

A partir do que foi vistoriado foi verificado que os recobrimentos de ambas as faces é de 20mm, ou, 2cm.

Em analogia à Norma é verificado que normativamente o recobrimento mínimo deveria ser de 45mm, enquanto que na prática é visto 20mm, ou seja, valor inferior a metade do Normativo.

8 Conclusão

Foi verificado a partir dos ensaios que ocorreu a incidência tanto do Dióxido de Carbono, quanto a de Cloretos Livres. Embora a fenolftaleína apresentasse uma redução do pH na área, as quais demonstraram a coloração incolor, esta não foram suficientes para a corrosão da armadura, tendo em vista que percorreu apenas 0,5cm da peça, ou seja, não atingiu a armadura.

Por sua vez já o Nitrato de Prata evidenciou a presença de Cloretos Livres pela totalidade da peça, até sobre as barras, o qual indica que foi o responsável pela despassivação das mesmas.

Ou seja, a corrosão de armadura, e posteriormente, fissuração e deslocamento ocorreu devido à incidência de Cloretos pelos vazios/poros.

Foi verificado também que as produções das peças não cumprem as exigências de Acordo com a NBR 6118:2014, ou seja, produzem com recobrimento de menor valor, ou seja ao invés dos 4,5cm normalizados, utilizam 2,0cm.

Dessa forma, fazendo com que os agentes nocivos cheguem com mais rapidez as barras e ocasionem a proliferação das manifestações patológicas e conseqüentemente, reduzindo a vida útil das mesmas e gerando despensas constantes com a troca das mesmas, tendo em que é uma localização nobre e com visita constante de turistas.

Além disso é indicado a utilização de um concreto menos poroso, ou seja, uma relação de A/C inferior a 0,4 de modo a torná-lo, quase que impermeável.

Embora o custo para todas essas modificações/ adequações sejam elevados perante as quais são gastas hoje, tornam-se necessárias, pois o valor inicial será alto, não obstante o custo devido a substituições serão praticamente nulos, quando comparado ao atual.

Referências

- [1] P. O. A. Pessôa, A. A. Nepomuceno. Influência do consumo de cimento na Corrosão de Armaduras em Argamassas de Cimento sujeitas à Carbonatação. Salvador, Bahia, 2002
- [2] VIEIRA, F.M.P. Contribuição ao estudo da corrosão de armaduras em concretos com adição de sílica ativa. Tese de doutorado. Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: 2003, 242 p.
- [3] GENTIL, V. Corrosão. 4ª ed, Rio de Janeiro: LTC, 2003. 341 p.

- [4] ROCHA. I. Corrosão em estruturas de concreto Armado, Dissertação de Especialização. IPOG. Goiânia, Goiás,2015
- [5] HELENE, P. R. L. Vida útil das estruturas de concreto. In: IV Congresso Ibero Americano de Patologia das Construções-. Porto Alegre,1997.
- [6] ANDRADE, CARMEM. Manual para Diagnóstico de Obras Deterioradas por Corrosão de Armaduras, tradução e adaptação Antônio Carmona e Paulo Helene: Pini, 1992.
- [7] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Projeto de estruturas de concreto - Procedimentos. NBR 6118. Rio de Janeiro, 2014.

Ludificação em Engenharia de Software: Tornando o processo de desenvolvimento em uma empresa um jogo

Gamification in Software Engineering: Making the development process of a company a game

Joel Coutinho da Silva Neto¹  <http://orcid.org/0000-0002-9020-401X>

Joabe Bezerra de Jesus Júnior¹  <http://orcid.org/0000-0002-1518-0572>

¹ Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil.

E-mail do autor principal: Joel Coutinho da Silva Neto joel.neto.90@gmail.com

Resumo

A importância de elementos de jogos no ambiente de trabalho, recentemente, tornou-se parte da prática de gestão emergente. Quando este processo é consentido, existe um aumento de efetividade nas atividades relacionadas ao trabalho. Desenvolver um software não é uma tarefa fácil, e as vezes, pode se tornar entediante devido à práticas de atividades constantes. Por esse motivo, o presente estudo transforma o processo de desenvolvimento de software de um ambiente corporativo em um jogo, aplicando técnicas de ludificação em uma equipe de desenvolvimento, inserindo os elementos de jogos em uma ferramenta de gerenciamento a qual a equipe usa para cadastramento de atividades.

Palavras-Chave: Jogo, Ludificação, Software, Desenvolvimento, Scrum, Empresa.

Abstract

The importance of gaming elements in the workplace has recently become part of the emerging management practice. When this process is consented to, there is an increase in effectiveness in work-related activities. Developing software is not an easy task, and sometimes, it can become tedious due to the practices of constant activities. Thus, the present study turns the process of software development from a corporate environment into a game, applying gamification techniques in a development team, inserting the games elements into a management tool that the team uses to register activities.

Key-words: Game, Gamification, Software, Development, Scrum, Company.

1 Introdução

A comunidade de jogos **online** (incluindo consoles, computadores e celulares) conta com milhares de indivíduos ao redor do globo. Várias pessoas estão escolhendo passar mais tempo em um mundo virtual do que no mundo real. Os jogos provêm recompensas, eles ensinam, inspiram e aproximam de uma maneira a qual a realidade não é capaz [1:4-5].

Na década de 1980, estudiosos como Thomas Malone, começaram a olhar para os games como fontes de heurísticas para interfaces agradáveis [2]. Nos anos 2000, o movimento dos chamados “jogos sérios” seguiu construindo jogos para educar, treinar e persuadir. Em paralelo a isso, campo de Interação Homem-Computador começou a explorar várias formas de tornar a experiência dos usuários mais agradável, divertida e motivadora [3].

As formas de entretenimento que os jogos digitais proporcionam, impactam nos comportamentos sociais e culturais de uma geração, o mesmo pode ser dito com relação as práticas profissionais [4]. A inserção de elementos de jogos no ambiente de trabalho, recentemente, tornou-se parte da prática de gestão emergente. Quando este processo é consentido existe um aumento de efetividade nas atividades relacionadas ao trabalho [5].

A aplicação de mecânicas de jogos em tarefas do mundo real, para influenciar o comportamento, aumentar a motivação e promover engajamento é denominada por Marczewski [6] como gamificação, ou ludificação.

Para Passos e colaboradores [7], o desafio de produzir um software raramente está relacionado a diversão. Na maioria das vezes, em equipes de desenvolvimento, requer uma hierarquia, aprender novas habilidades e muito trabalho em conjunto. Supreendentemente, isso é muito parecido com a definição abstrata de um jogo.

1.1 Objetivo Geral

O presente estudo tem como objetivo realizar um experimento, aplicando técnicas de ludificação em um ambiente corporativo em equipes de desenvolvimento de software durante o fluxo de implementação, com o intuito de promover o engajamento e aumentar o desempenho nas atividades.

1.2 Objetivos Específicos

- Coletar dados de um projeto de software que uma equipe desenvolveu ou que esteja desenvolvendo.
- Identificar os principais processos realizados pela equipe de desenvolvimento.

Definir quais elementos de jogos são mais apropriados para aumentar a motivação e o engajamento entre os integrantes da equipe, de acordo com suas atividades.

- Criar uma ferramenta para analisar os dados coletados, inserir os elementos de jogos e demonstração do resultado.

2 Referencial Teórico

Este capítulo descreve brevemente o conteúdo teórico utilizado como base para tentar resolver o problema descrito na seção 1.

2.1 Engenharia de Software

A Engenharia de Software é uma disciplina que leva em consideração todos os aspectos da produção de um software [8:1].

Em geral, engenheiros de software adotam uma abordagem sistemática e organizada para a realização do seu trabalho. Com isso, se tem mais efetividade na criação de um software de alta qualidade. Essa abordagem sistemática é chamada de processo de software [9:8].

Existem vários modelos que descrevem o fluxo de um processo de software, porém, o Rational Unified Process (RUP) tenta combinar a maioria dos elementos contidos nos modelos existentes em um único diagrama, agrupando as atividades em fases associadas a fluxos de trabalho. Cada fase representa o estado em que do software se encontra e os fluxos de trabalho são as atividades com maior ênfase naquela fase (vide Figura 1).

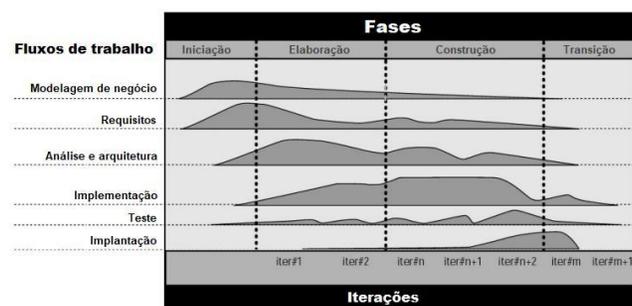


Figura 1 : Modelo de gráfico iterativo do RUP. Fonte: Imagem adaptada de [10: 3].

Na Engenharia de Software, a equipe de desenvolvimento é responsável pelo processo de codificação e tem suas atividades relacionadas ao fluxo de trabalho de implementação [10:12]. Esse fluxo tem uma ênfase maior nas fases de elaboração e construção, demonstrando um grande volume de participação no ciclo de vida do produto, como apresentado na Figura 1.

2.2 Desenvolvimento Ágil

Os negócios atualmente operam em uma escala de mudança global rápida. Por causa desse ambiente, é praticamente impossível trabalhar com uma sequência de requisitos estáveis. Os requisitos iniciais são alterados constantemente durante a produção do software, tornando difícil prever o impacto dessas mudanças nas práticas de trabalho e como o software vai se comportar [9:57].

No final da década de 1980, a necessidade de construção de software que se adapte a mudanças de requisitos constantes começa a ser reconhecida e o termo "desenvolvimento ágil" surge como uma metodologia que tem como base uma série de entregas incrementais [11]. Ou seja, parte do software é entregue a cada período, em vez de uma entrega única ao final de sua produção,

tornando os processos mais adaptáveis as mudanças constantes de requisitos.

2.3 Scrum

O Scrum é uma metodologia de desenvolvimento ágil que vem sendo utilizada desde a década de 90. Ele é definido como um framework de trabalho que engloba um conjunto de regras, papéis e eventos que devem ser seguidos [12:1].

Os papéis desempenhados dentro do Scrum são os de: Scrum Master, que está presente em todos os eventos e garante que a metodologia seja aplicada e entendida; o Product Owner, que é responsável por maximizar o valor do trabalho que o Time faz; e o Time, que executa o trabalho propriamente dito [13:4].

Os requisitos para o software que o Time está desenvolvendo são listados e chamados de backlogs do produto, geralmente representados como estórias de usuário (casos de uso). O Product Owner é o responsável pelo seu conteúdo, disponibilidade e priorização [12:16].

Como as metodologias ágeis têm como base entregas incrementais, no Scrum a sprint é um evento com duração fixa que consiste em quatro etapas:

1. Planejamento: Os backlogs do produto são apresentados, estudados e estimados, tornando-se backlogs da sprint.
2. Execução: A execução do trabalho que foi planejado. Pode durar, no máximo, até quatro semanas, dependendo do trabalho e complexidade do backlog da sprint. Durante essa etapa ocorrem as reuniões diárias, onde uma vez por dia, cada membro do Time explica o que fez, o que está fazendo e se existe algum impedimento.
3. Revisão: Apresentação e revisão do trabalho executado para o Product Owner.
4. Retrospectiva: Reunião de retrospectiva para troca e compartilhamento de experiências, com

a premissa de melhorar o desempenho do Time na próxima sprint.

Todo esse fluxo se repete até que o produto esteja completo (vide Figura 2) [12:10-15].



Figura 2. Fluxo de uma sprint. Fonte: Imagem adaptada de [13:17].

2.4 Ludificação

Originada na indústria de mídia digital, o termo gamificação ou ludificação é definido como o uso de elementos de jogos em um contexto, produto ou serviço que não seja um jogo [14]. Desse modo, inserindo elementos contidos em jogos em alguma atividade, produto ou serviço é possível torná-lo ou deixá-lo parecido com um jogo.

Segundo Yohannis e colaboradores [15], para identificar se um objeto está ludificado ainda são usadas duas abordagens diferentes, uma pelo significado léxico do termo, e a segunda através do ponto de vista de processo.

A partir do significado léxico, pode-se inferir ludificação como a ação de tornar algo em um jogo. Já o ponto de vista de processo, pode ser determinado como um fluxo onde um objeto com poucas características de jogo (estado inicial) é ludificado (ação), e como produto final, tem-se um objeto com mais identidade de jogo (estado final), portanto, houve o processo de ludificação (vide Figura 3).

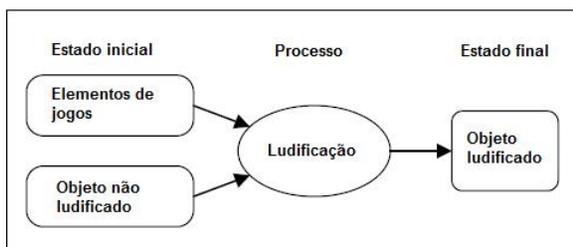


Figura 3. Ludificação do ponto de vista de processo. Fonte: Imagem adaptada de [15].

Apesar do termo ser bastante mencionado, ainda não é possível definir com precisão quais elementos estão dentro da lista de elementos de jogos – também conhecidos como mecanismos de jogos. Uma das soluções é tratar esses elementos como uma série de características em comum compartilhadas pelos jogos digitais [14]. Para Zichermann e Cunningham [16], algumas dessas características podem ser: quadros de liderança, medalhas, prêmios, pontuação, desafios e punições.

As áreas em que a ludificação pode ser utilizada são extensas, como a de saúde [17] e a de educação [18]. Ainda é possível aplicar a ludificação em todas as etapas da área de Engenharia de Software, onde mecanismos de jogos, mapeados de forma sistemática, podem ser incorporados em todos os fluxos do processo de software [19].

2.5 Ludificação em Engenharia de Software

De acordo com Pedreira e colaboradores [19], na Engenharia de Software, as áreas em que há maior interesse no campo da ludificação são as de requisitos, implementação e testes. O que, segundo eles, não é uma surpresa, visto que essas áreas compartilham atividades constantes e que podem chegar a ser tediosas, tornando-se assim alvos claros para aplicação da ludificação.

Os autores também relacionam os elementos de jogos mais utilizados e bem aceitos na área de Engenharia de Software (vide Figura 4). Dentre esses elementos, são destacados os mais expressivos:

- Sistema de pontuação: O jogador recebe pontos após completar alguma atividade.
- Emblemas: O jogador ganha uma titulação após atender algum critério.

- Classificação: Uma classificação da pontuação para promover competitividade.
- Premiação: São cumulativos e representam certas conquistas do jogador.
- Reputação: O jogador ganha fama, sendo reconhecido pela comunidade do jogo.

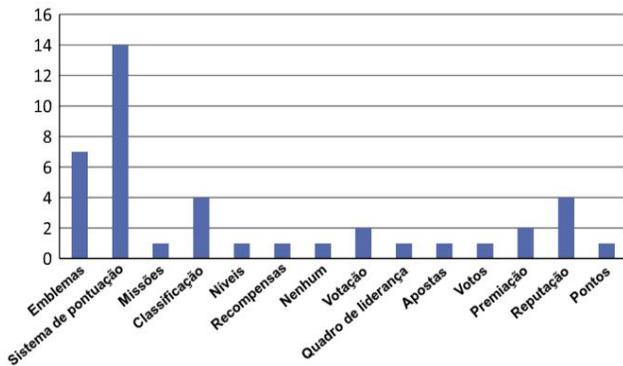


Figura 4. Elementos de jogos mais utilizados na Engenharia de Software. Imagem adaptada de [19].

Segundo Zichermann e Cunningham [16], existem dois elementos de jogos que estão relacionados e que, apesar de não estarem listados nos resultados das pesquisas dos mais utilizados, são de extrema importância por serem usados como uma técnica para manter o jogador motivado e engajado no jogo (vide Figura 5). São eles:

- Feedback imediato: O jogador é constantemente alertado sobre o seu progresso, conquistas e falhas.
- Ciclo de engajamento: Identificação do que pode levar o jogador a sair, e o mais importante, o que pode trazê-lo de volta para que continue engajado e motivado a jogar.



Figura 5. Ciclo de engajamento relacionado ao feedback imediato. Fonte: Imagem adaptada de [16:68].

Após implantar a ludificação em mais de cem empresas, Deterding [3] afirma que o processo de abordagem é sempre o mesmo. Começa com um entendimento do objetivo do negócio, depois é identificado quais atividades praticadas agregam valor, mesmo que indiretamente e em seguida um entendimento profundo dos usuários e o que os levam a se engajarem com esses objetivos.

Em um estudo realizado por Passos [7], é proposto um framework de trabalho baseado em desafios, punições, conquistas e feedback, onde as atividades completadas concedem pontos de valor ao desenvolvedor. Nesse modelo, uma ferramenta de gerenciamento de atividades é necessária para rastreamento de informações.

Cavalcanti [20] simula um experimento utilizando o framework de trabalho proposto por Passos e considera uma equipe de desenvolvimento que adota Scrum como metodologia ágil. Em seguida, são inseridos elementos de jogos em uma ferramenta de gerenciamento de atividades utilizada por essa mesma equipe, o Agilo For Trac [21]. O autor também cria um módulo que auxilia na análise dos dados, onde no final de cada ciclo, é apresentado ao desenvolvedor informações sobre o seu progresso e resultados do jogo.

3 Materiais e Métodos

Para realizar o experimento em uma equipe de desenvolvimento de software no ambiente corporativo, foi escolhida a empresa da área de tecnologia da informação e comunicação que será tratada como empresa P. Assim, esta seção descreve os materiais para o processo de ludificação que foi definido para a empresa e que é apresentado na seção 4.

3.1 A Empresa

Criada em 2005 pelo Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife (C.E.S.A.R.), a

<http://dx.doi.org/10.25286/rep.v2i4.578>

empresa P faz parte de um dos principais parques tecnológicos de inovação do Brasil, o Porto Digital [22], e conta com mais de 10 anos de mercado com experiência no desenvolvimento e consultoria em soluções inovadoras e complexas para clientes tanto do setor público, quanto do setor privado.

3.2 Seleção do Projeto de Software

O projeto de software (cujos dados foram disponibilizados pela empresa P) possui cerca de cinco mil registros de atividades, entre elas, tarefas e problemas cadastrados que foram implementados e resolvidos pela equipe de desenvolvimento. Qualquer descrição que contextualize sua finalidade foi mantida sob sigilo.

O software levou cerca de dois anos para ser finalizado e devido ao seu tamanho e complexidade foi dividido em seis iterações (vide Tabela 1). A cada período, a equipe implementava uma série de funcionalidades, resolvia problemas encontrados, e registrava suas atividades na ferramenta de gerenciamento. Em seguida, uma parte do software era entregue e uma nova iteração era iniciada.

Tabela 1. Iterações do projeto de software.

N ^o	Propósito	Utilizada neste experimento
1	Prototipagem	Não
2	Implementação e testes	Sim
3	Implementação e testes	Sim
4	Implementação e testes	Sim
5	Implementação e testes	Sim
6	Implementação e testes	Sim

Os dados relacionados a todas as iterações foram coletados, exceto os registros da iteração de número 1. A mesma se trata de protótipo do software e definição de arquitetura. Apenas três membros da equipe participaram e as atividades não estão relacionadas a nenhuma

implementação de funcionalidade. Por esse motivo, também não existem registros nos dados coletados. Essas circunstâncias inviabilizam, portanto, a implementação da ludificação e a análise de dados da primeira iteração.

3.3 Definição da Equipe de Desenvolvimento

Vários desenvolvedores participaram do projeto de software. Alguns deles, não permaneceram até a sua conclusão, por diversos motivos. Outros, foram integrados à equipe e começaram a participar em meio a fases já avançadas da implementação (vide Tabela 2).

Esses mesmo integrantes adotaram o Scrum como metodologia de desenvolvimento de software ágil e por uma questão de sigilo de informação, os mesmo não tiveram seus nomes divulgados e serão tratados neste estudo conforme consta na Tabela 2.

Tabela 2. Desenvolvedores do projeto de software.

N ^o	Desenvolvedor	Período participando
1	Desenvolvedor LA	Iteração 3 à 6
2	Desenvolvedor LE	Iteração 1 à 6
3	Desenvolvedor UO	Iteração 2 à 4
4	Desenvolvedor RU	Iteração 2 à 3
5	Desenvolvedor RE	Iteração 3 à 6
6	Desenvolvedor EN	Iteração 1 à 6
7	Desenvolvedor AA	Iteração 3 à 3
8	Desenvolvedor OE	Iteração 2 à 6
9	Desenvolvedor EA	Iteração 3 à 3
10	Desenvolvedor EU	Iteração 1 à 6
11	Desenvolvedor HO	Iteração 2 à 2
12	Desenvolvedor HU	Iteração 2 à 6
13	Desenvolvedor IA	Iteração 3 à 6

3.4 Seleção da Ferramenta de Gerenciamento de Atividades e Definição do Processo de Desenvolvimento

A equipe de desenvolvimento apresentada anteriormente na seção 3.3, fez uso da ferramenta do **Team Foundation Server** (TFS) [23] para registro de atividades relacionadas a implementação e testes do software.

O TFS é um aglomerado de ferramentas integradas de desenvolvimento de software colaborativas para toda a equipe. Algumas dessas ferramentas atendem a controle de versão, personalização de processos ágeis para gerenciamento e registro de atividade e portal de projeto.

As **sprints** e os **backlogs** do produto são inseridos na ferramenta junto com as atividades referentes a equipe de desenvolvimento para que os mesmos atendam aos requisitos do software, entre outras demandas. Elas variam desde tarefas de implementação de novas funcionalidades, até a correção de **bugs** encontrados na fase de testes. (vide Figura 6).

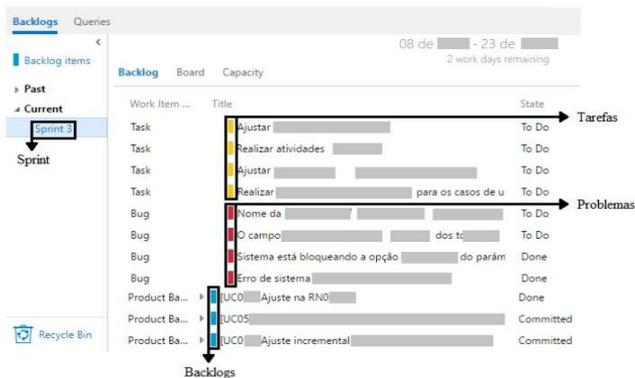


Figura 6. Lista de atividades do TFS. Imagem autorizada da empresa P.

Durante o planejamento da **sprint**, as funcionalidades são analisadas e destrinchadas em tarefas pequenas, onde cada uma delas tem suas regras. Por exemplo, um **backlog** escolhido para implementação, o mesmo demanda a criação de uma tela de cadastro de clientes que salva as informações em um banco de dados através da

internet. As tarefas referentes a essa funcionalidade podem ser divididas pela equipe como: Criação de tela de cadastro de clientes; configurar internet para tráfego de informações de cadastro; e salvar informações do cliente no banco de dados.

Com a funcionalidade destrinchada, cada tarefa é registrada na ferramenta com informações de trabalho estimado e situação inicial de **"A fazer"**, e podem começar a ser implementadas independentemente por qualquer integrante da equipe durante a etapa de execução da **sprint**. Quando isso ocorre, a situação é alterada para **"Em andamento"** e quando a tarefa é finalizada, o trabalho realizado é informado e a situação é alterada para **"Feito"**.

Os **bugs** são problemas encontrados em testes de qualidade do produto (no caso da empresa P, uma equipe de teste é responsável por este processo). Esses problemas podem ser desde um erro no software até a falta de implementação de algum requisito da funcionalidade.

Os problemas são registrados na ferramenta de gerenciamento com a situação inicial de **"A fazer"**. Quando um membro da equipe de desenvolvimento começa a corrigir o **bug**, o esforço estimado é informado e a situação é alterada para **"Em andamento"**. Quando o mesmo é corrigido, o trabalho realizado é informado e a situação é alterada para **"Teste"**. A partir deste ponto o software é testado novamente, onde pode ocorrer do problema persistir, sinalizando que o problema não foi corrigido. Quando isso acontece, o **bug** é reaberto e o fluxo é repetido até a correção ser aprovada pela equipe de teste, alterando assim, a situação para **"Feito"**.

A ferramenta do TFS também guarda o histórico de todas as alterações feitas pelos desenvolvedores e testadores, tornando possível o rastreamento de informações anteriores ao estado atual da atividade. A Figura 7 apresenta uma tela de cadastro e alteração de uma atividade.



Figura 7. Tela de cadastro e alteração de atividade do TFS. Imagem autorizada da empresa P.

3.5 Métodos

O presente trabalho implementa a ludificação em uma equipe de desenvolvimento de software, durante o processo de codificação na empresa P.

Para isso, baseado nas referências da seção 2.5, foi adotado um **framework** de trabalho baseado em desafios, punições e **feedback** para potencializar o trabalho da equipe.

A metodologia se aplica inserindo os elementos de jogos, destacados na seção 2.5, nas atividades da equipe de desenvolvimento que foram registradas na ferramenta de gerenciamento de atividades, descrita na seção 3.4.

Os dados da ferramenta foram coletados e analisados a posteriori e apenas tarefas e problemas com a situação “**Feito**” foram considerados para análise.

Foi também criado neste trabalho um módulo para a mesma ferramenta, denominado **TfsGamified [24]**, que analisa os dados e apresenta ao desenvolvedor informações sobre os resultados e o seu progresso. Trata-se de uma aplicação web que consome os dados do próprio banco de dados do TFS e aplica a ludificação de acordo com a formatação dos elementos de jogos descritos na seção 4. O módulo consulta os registros referente as atividades do projeto de software, bem como os seus registros históricos, e agrupa as informações por desenvolvedor.

Dessa maneira, foi possível identificar quais as atividades concluídas pelo desenvolvedor, e no histórico, se as atividades tiveram sua situação alterada anteriormente e por quem.

4 Experimento

Esta seção apresenta não só os elementos de jogos selecionados para a empresa P, mas também como estes elementos foram formatados para o contexto.

4.1 Sistema de pontuação

O jogador recebe 10 pontos para cada tarefa implementada e problema resolvido.

Caso o jogador tenha concluído alguma dessas atividade e ela tenha sido reaberta, indicando que a tarefa não foi implementada completamente ou que o problema não foi resolvido corretamente:

- Se o mesmo jogador concluir a atividade novamente, em vez de 10, o seu valor será de apenas 5 pontos, como forma de punição.
- Se outro jogador concluir a atividade novamente, ele é quem vai receber a pontuação total (10 pontos), pois foi quem, de fato, a concluiu. O jogador que tivera concluído a atividade anteriormente perde o valor total e recebe apenas ponto.

4.2 Emblemas

São disponibilizados 5 emblemas (vide Figura 8) para os jogadores que se destacam em determinadas situações. Cada um desses emblemas vale 100 pontos e são conquistados de acordo com seus critérios abaixo:

1. O suporte: Concedido ao jogador que obtiver a maior contagem de problemas resolvidos por ele no jogo.
2. O halterofilista: Concedido ao jogador que obtiver a maior contagem de tarefas concluídas por ele no jogo.

3. O certo: Concedido ao jogador que obtiver a maior contagem de atividades feitas dentro do tempo estimado ou com menor diferença (Dif) entre a soma do tempo estimado (Ste) e a do tempo realizado (Str).

$$\text{Dif} = | \text{Ste} - \text{Str} |$$

4. O ajudante: Concedido ao jogador que obtiver a maior contagem de participação em atividades concluídas de outros jogadores.
5. O resolvidor: Concedido ao jogador que obtiver a maior quantidade de atividades concluídas por ele, mas que foram feitas por outros jogadores anteriormente.



Figura 8. Emblemas do jogo. A imagem acima ilustra os emblemas na ordem de apresentação. Imagem elaborada pelo autor.

4.3 Prêmios

São disponibilizados 2 tipos prêmios (vide Figura 9) com o valor de 100 pontos cada, aos jogadores que atendam aos seguintes objetivos:

1. Prêmio de tarefas: Concedido aos jogadores que implementarem 100 ou mais atividades.
2. Prêmio de problemas: Concedido aos jogadores que resolverem 100 ou mais problemas.



Figura 9. Prêmios do jogo. A imagem acima ilustra os prêmios de tarefa e de problema. Fonte: Imagem elaborada pelo autor.

4.4 Classificação

Um ranque de classificação envolvendo todos os jogadores ordenados pela soma (Ptotal) da pontuação adquirida com atividades (Pativ), mais a pontuação conquistada com emblemas (Pemb) e prêmios (Pprem).

$$\text{Ptotal} = \text{Pativ} + \text{Pemb} + \text{Pprem}.$$

4.5 Reputação

O nome dos ganhadores dos emblemas ficam visíveis a todos para que haja reconhecimento entre os jogadores.

4.6 Feedback Imediato

Cada jogador tem acesso a um módulo criado com informações sobre a quantidade de pontos adquiridos, e emblemas e prêmios conquistados. É também apresentada ao jogador, a sua classificação atual, que é de conhecimento privado, para que não haja exposição ou constrangimento.

4.7 Ciclo de Engajamento

É calculado a quantidade de atividades reabertas do jogador, bem como as atividades que os outros jogadores concluíram e que haviam sido concluídas anteriormente por ele. Através dessas informações, é possível analisar o desempenho do jogador e orientá-lo, por meio de notificações, com o intuito de fazê-lo atingir um melhor resultado. As causas e as notificações que podem ser apresentadas são:

- Caso o jogador tenha atividades reabertas: "Você teve várias atividades reabertas e isso faz com que você não alcance a pontuação máxima. Faça mais testes para ter certeza que as concluiu antes de fechá-las".

Ludificação em Engenharia de Software: Tornando o processo de desenvolvimento em uma empresa um jogo

- Caso outros jogadores tenham concluído alguma atividade que, anteriormente, havia sido concluída por ele:
"Após concluir algumas atividades, as mesmas foram reabertas e outro jogador as fechou. Preste mais atenção para não perder os pontos".

5 Resultados

O módulo criado para a ferramenta analisa os dados e apresenta os resultados conforme foram especificados na seção 4. Os dados coletados são de um projeto de software já concluído, por esse motivo, as informações apresentadas a seguir são os resultados referentes a análise final.

5.1 Sistema de Pontuação e Classificação

De acordo com as regras de classificação e pontuação, a primeira posição ficou com Desenvolvedor OE, com 6435 pontos, a segunda com o Desenvolvedor RE, com 5657 pontos, e a terceira com o Desenvolvedor IA, com 4276 pontos. A pontuação e classificação dos demais jogadores podem ser visualizadas na Tabela 3.

Tabela 3. Pontuação e classificação final.

Posição	Desenvolvedor - N°	Pontuação
1°	Desenvolvedor OE - 8	6435
2°	Desenvolvedor RE - 5	5657
3°	Desenvolvedor IA - 13	4276
4°	Desenvolvedor HU - 12	3560
5°	Desenvolvedor LE - 2	3248
6°	Desenvolvedor LA - 1	3055
7°	Desenvolvedor EU - 10	2835
8°	Desenvolvedor UO - 3	1825
9°	Desenvolvedor AA - 7	1024
10°	Desenvolvedor EA - 9	979
11°	Desenvolvedor RU - 4	846
12°	Desenvolvedor HO - 11	465

13°	Desenvolvedor EN - 6	284
-----	----------------------	-----

5.2 Emblemas e Reputação

De acordo com os critérios definidos, os emblemas foram concedidos aos desenvolvedores conforme Tabela 4.

Tabela 4. Quadro de emblemas conquistados.

Emblema	Desenvolvedor - N°
O suporte	Desenvolvedor OE - 8
O halterofilista	Desenvolvedor LA - 1
O certeiro	Desenvolvedor RU - 4
O ajudante	Desenvolvedor OE - 8
O resolvedor	Desenvolvedor RE - 5

Os emblemas de suporte e ajudante foram concedidos ao Desenvolvedor OE, indicando que o mesmo resolveu mais problemas e participou de mais atividades do que os outros jogadores.

O emblema de resolvedor foi concedido ao Desenvolvedor RE, indicando que o mesmo concluiu mais atividades as quais outros jogadores teriam sinalizado como feitas e foram reabertas.

O emblema de halterofilista foi concedido ao Desenvolvedor LA, indicando que o mesmo implementou mais tarefas do que outros jogadores.

O emblema de certeiro foi concedido ao Desenvolvedor RU, indicando que o mesmo possui mais atividades concluídas que foram melhores estimadas.

O módulo apresenta este resultado ao jogador, listando os emblemas e apontando seus respectivos ganhadores (vide Figura 12).

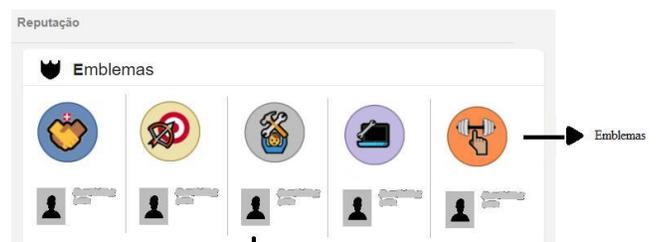


Figura 12. Reputação. A imagem acima apresenta ao jogador informações sobre os ganhadores dos emblemas. Fonte Imagem retirada do módulo criado pelo autor.

5.3 Prêmios

De acordo com os critérios definidos, os prêmios de tarefa e problema foram concedidos aos desenvolvedores conforme Tabela 5.

Tabela 5. Quadro de prêmios conquistados.

Desenvolvedor - N°	Prêmio de tarefas	Prêmio Problema
Desenvolvedor OE - 8	X	X
Desenvolvedor RE - 5	-	X
Desenvolvedor IA - 13	X	X
Desenvolvedor HU - 12	X	X
Desenvolvedor LE - 2	-	X
Desenvolvedor LA - 1	X	X
Desenvolvedor EU - 10	X	X
Desenvolvedor UO - 3	-	-
Desenvolvedor AA - 7	-	-
Desenvolvedor EA - 9	-	-
Desenvolvedor RU - 4	-	-
Desenvolvedor HO - 11	-	-
Desenvolvedor EN - 6	-	-

Como se pode observar, nem todos os jogadores conseguiram completar os desafios impostos de concluir cem ou mais tarefas e problemas. Chama a atenção o caso do Desenvolvedor RE, que não atingiu o objetivo de completar cem ou mais tarefas e ainda assim conquistou uma pontuação que lhe concedeu a segunda colocação. O que pode significar que a

maior parte de sua pontuação veio da resolução de problemas.

5.4 Feedback Imediato e Ciclo de Engajamento

Para atender a esses requisitos foram criadas duas sessões para o módulo da ferramenta de gerenciamento de atividades: Progresso e Estatísticas. Ambas as sessões apresentam ao desenvolvedor informações sobre os seus resultados e desempenho no jogo.

A sessão de Progresso disponibiliza informações sobre a classificação do jogador, a quantidade de pontos, as mensagens de notificação, os emblemas obtidos e prêmios conquistados. Como exemplo, a Figura 10 apresenta o resultado do primeiro colocado, o Desenvolvedor OE.



Figura 10. Progresso. A imagem acima apresenta ao Desenvolvedor OE, o primeiro colocado, informações sobre o seu progresso no jogo. Fonte: Imagem retirada do módulo criado pelo autor.

Também é apresentado na sessão de Progresso um painel de notificações, que informa ao desenvolvedor se o mesmo possui pontos perdidos por conta de atividades reabertas ou concluídas por outros desenvolvedores. Essas informações são quantificadas e apresentadas ao mesmo na sessão de Estatísticas.

Esses números representam 16% e 10% respectivamente, do total de atividades concluídas pelo desenvolvedor.

6 Conclusão e Trabalhos Futuros

A ludificação não é uma técnica fácil de ser aplicada em equipes de desenvolvimento no ambiente corporativo.

Foi necessário identificar quais atividades levam a atingir o sucesso na construção de um software de qualidade, e assim, definir quais elementos de jogos são mais adequados para tentar engajar e melhorar o desempenho entre os integrantes.

Os elementos de jogos foram formatados para se adaptarem ao fluxo de trabalho desempenhado pela equipe de desenvolvimento, com o intuito de fazê-la atingir melhores resultados, orientando nas melhores práticas em relação as atividades cadastradas na ferramenta de gerenciamento. O sistema de pontuação, por exemplo, pode fazer com que o desenvolvedor busque concluir mais atividades com mais qualidade, minimizando os riscos delas serem reabertas. Os prêmios podem servir como uma medalha dada quando os objetivos traçados forem alcançados, motivando o desenvolvedor. E a reputação adquirida através de emblemas pode levar o desenvolvedor a se tornar referência em determinadas situações. Tais informações podem ser de extrema importância, tanto para a equipe, quanto para líderes e gerentes de projeto, pois os resultados e a quantificação das atividades representam o desempenho individual de cada desenvolvedor em relação ao universo do projeto de software.

Devido aos artefatos gerados e a organização do seu fluxo de trabalho, a adoção do Scrum como metodologia ágil pela equipe de desenvolvimento fez com que existisse uma diretriz para a rastreabilidade e observação das suas atividades. Desse modo, cria-se um cenário ideal para a aplicação ludificação de forma automática, sem causar impacto nos exercícios das funções já praticadas pela equipe. Isso faz com que a ludificação seja aplicada de forma imersiva.



Figura 11. Estatísticas. A imagem acima apresenta ao Desenvolvedor OE, o primeiro colocado, informações quantificadas sobre as suas atividades no projeto de software. Fonte: Imagem retirada do módulo criado pelo autor.

A sessão de Estatísticas apresenta ao desenvolvedor a quantidade de atividades concluídas por ele e o percentual que esse valor representa em relação a quantidade total de atividades analisadas do projeto de software. Nessa mesma sessão, é apresentada também a quantidade de atividades reabertas e concluídas por outros desenvolvedores e o percentual que esses valores representam em relação a quantidade de atividades concluídas por ele. Como exemplo, a Figura 11 demonstra que as 658 atividades concluídas pelo primeiro colocado, o Desenvolvedor RE, representam 19% das atividades totais do jogo. Dessas atividades concluídas, 104 foram reabertas e 68 foram concluídas por outros jogadores, mas que anteriormente teriam sido concluídas por ele, significando que o desenvolvedor deixou de ganhar a pontuação máxima nessas atividades.

A criação do módulo para a ferramenta de gerenciamento de atividades, no intuito de auxiliar na visualização dos resultados, é uma abordagem que faz com que a participação dos desenvolvedores seja natural. Como a aplicação apenas consome os dados da ferramenta e os analisa, tais informações são apresentadas de forma dinâmica e poderiam ser visualizadas por qualquer membro da equipe, em qualquer período dentro do fluxo de implementação do projeto de software. Dessa maneira, não é preciso finalizá-lo para se ter acesso aos resultados. Contudo, esse cenário não representaria o resultado final, pois poderia sofrer alteração à medida em que a equipe conclui suas atividades.

Como trabalhos futuros, é proposto a aplicação e acompanhamento do módulo criado, que implementa a ludificação no TFS, em um projeto de software que ainda está em andamento em uma empresa para avaliar a contribuição do mesmo na Engenharia de Software. Também é proposto uma extensão do módulo de forma que os líderes de equipe e gerentes de projeto tenham acesso à ela para poderem acompanhar o andamento das atividades e o progresso da equipe.

Referências

- [1] J. McGonigal. Reality is Broken - Why Games Make Us Better and How They Can Change the World. The Penguin Press, New York, 2011.
- [2] T. Malone. What Makes Things Fun to Learn? A Study of Intrinsically Motivating. Computer Games, Palo Alto, 1980.
- [3] S. Deterding, . Gamification: Design for motivation. **Interactions**, 19:14-17, 2012.
- [4] R. Smith. Game Impact Theory: The Five Forces That Are Driving the Adoption of Game Technologies within Multiple Established Industries. U.S. Army Program Executive Office for Simulation, Training, and Instrumentation, Orlando, 2008.
- [5] E. Mollick, N. Rothbard. Mandatory Fun: Consent, Gamification and the Impact of Games at Work. University of Pennsylvania, Set. 2014.
- [6] A. Marczewski. Gamification: A Simple Introduction 2nd ed. Amazon, 2013.
- [7] E. Passos, D. Medeiros. Turning RealWorld Software Development into a Game. SBC Proceedings of SBGames, Salvador, 2011.
- [8] I. Marsic. Software Engineering. Rutgers, New Jersey, 2012.
- [9] I. Sommerville. Software Engineering 9th ed. Pe- arson, Boston, 2011.
- [10] IBM. Rational Unified Process - Best Practices for Software Development Teams. Rational Software White Paper, 2001.
- [11] V. Szalvay. An Introduction to Agile Software Development. Danube Technologies Inc, Bellevue, 2004.
- [12] K. Schwaber. Guia do Scrum. Scrum Alliance, 2009.
- [13] S. Kenneth. Essential Scrum - A Practical Guide To The Most Popular Agile Process. Pearson, Michigan , 2012.
- [14] S. Deterding, D. Dixon. From Game Design Elements to Gamefulness: Defining "Gamification". Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, 2011.
- [15] A. Yohannis, D. Prabwod., A. Waworuntu. Defining Gamification: From lexical meaning and process viewpoint towards a gameful reality. International Conference on Information Technology Systems and Innovation, Bangdung, 2014.
- [16] G. Zichermann, C. Cunningham. Gamification by Design – Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps. O’Reilly, Sebastopol , 2011.
- [17] E. Kanat, S. Siloju, T. Raghu, S. Vinze. Gamification of emergency response training: A public health example. International Conference on Intelligence and Security Informatics, Seattle, 2013.
- [18] M. Kapp. The Gamification of Learning And Instruction: game-based methods and strategies for training and education. Pfeiffer, San Francisco, 2012.
- [19] O. Pedreira, F. Gacia, N. Brisaboa, M. Piattini. Gamification in software engineering - A

systematic mapping. Information and Software Technology, 57:157-168, 2015

[20] R. Cavalcanti. Ludificação na Engenharia de Software: Aplicação no Agilo For Trac. Universidade de Pernambuco, 2016.

[21] 2017Agilo For Trac. Disponível em <https://www.agi-lofortrac.com>. Acesso em: 18 jul. 2017.

[22] Porto Digital. Disponível em: <http://www.porto-digital.org>. Acesso em: 14 jun. 2017.

[23] Team Foundation Server. Disponível em <https://www.visualstudio.com/pt-br/tfs/>. Acesso em: 19 abr. 2017.

[24] TfsGamified. Disponível em <https://github.com/joelnetodev/tfsgamified>. Acesso em: 19 abr. 2017.

NodeI4.0:integrando sistemas legados à indústria 4.0

NodeI4.0, Integrating legacy systems to industry 4.0

Antônio Paulo Batista Junior¹  <http://orcid.org/0000-0002-4773-3442>

Sérgio Campello Oliveira¹  <http://orcid.org/0000-0003-1058-1139>

¹ Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil,

E-mail do autor principal: Antônio Paulo Batista Junior apbj1986@gmail.com

Resumo

Ao longo da história a indústria sofreu várias revoluções. Essas revoluções são sempre impulsionadas pela evolução de uma nova tecnologia. Atualmente estamos vivenciando a 4ª revolução industrial, denominada de indústria 4.0, impulsionada pela internet das coisas. Os fabricantes de equipamentos estão se adequando a essa revolução, fabricando equipamentos que atendem às novas especificações, mas a adequação da indústria às novas especificações exige um alto custo com troca dos equipamentos. O presente trabalho propõe a prototipação do NodeI4.0, um sistema embarcado com características de um CPS (Cyber Physical System) e que tenha a possibilidade de adicionar qualquer sistema legado a um nível smart connection da arquitetura 5C. O NodeI4.0, dependendo do seu modo de operação, envia dados de duas entradas digitais e uma analógica a um servidor e/ou recebe dados (que podem acionar duas saídas digitais e uma analógica) através de rede sem fio IEEE 802.11, utilizando o protocolo http. O protótipo confere a qualquer sistema legado a possibilidade de ter integração com a indústria 4.0. O protótipo foi testado em um sistema de controle de nível onde foi capaz de realizar um controle descentralizado com velocidade satisfatória para o processo, adicionando a característica de um CPS e integrando esse sistema à indústria 4.0.

Palavras-Chave: Indústria 4.0, Cyber physical system, Internet das coisas, Sistemas legados.

Abstract

Throughout history the industry has undergone several revolutions. These revolutions are always driven by the evolution of a new technology. We are currently experiencing the 4th industrial revolution, called industry 4.0, driven by the internet of things. Equipment manufacturers are adapting to this revolution, manufacturing equipment that meets the new specifications, but the suitability of the industry to the new specifications requires a high cost With equipment change. The present work proposes the prototyping of NodeI4.0, an embedded system with characteristics of a CPS (Cyber Physical System) and that has the possibility of adding any legacy system to a smart connection level of the 5C architecture. NodeI4.0, depending on its mode of operation, sends data from two digital and one analog inputs to a server and / or receives data (which can trigger two digital and one analog outputs) over the IEEE 802.11 wireless network, using the Http protocol. The prototype gives any legacy system the possibility of integration with industry 4.0. The prototype was

tested in a level control system where it was able to perform a decentralized control with a satisfactory speed for the process, adding the characteristic of a CPS and Integrating this system with industry 4.0.

Keywords: Industry 4.0, Cyber physical System, Internet of Things, Legacy systems.

1 Introdução

Observando ao longo da história verificamos que a indústria passou por várias modernizações desde sua concepção na primeira revolução industrial onde, teve-se a troca da mão de obra que antes era impulsionada por força humana, por máquinas a vapor. Essa revolução ocasionou mudanças na economia bem como em toda sociedade da época[1].

Sempre que há uma evolução significativa de uma determinada tecnologia há também uma mudança drástica no cenário industrial, mudanças essas que foram verificadas na segunda revolução com a utilização da energia elétrica e a implementação de processos industriais baseados em linhas de montagem, subseqüentemente, na terceira com as inovações nos campos da informática e eletrônica e sua aplicação no campo da produção, o surgimento do CLP(Controlador Lógico Programável) controlando processos produtivos.

Hoje, mais uma vez, estamos vivenciando uma revolução industrial, a 4ª revolução, onde os motivadores são avanços de tecnologias que não eram alcançados a anos atrás, e que tem como pilar central a utilização de IoT(Internet of Things), dados e serviços em poucas palavras essas revolução e a revolução da descentralização.

Os grandes fabricantes de equipamentos estão adequando seus produtos para atender às demandas dessa grande revolução. Visitando o site da empresa Festo[2], com uma rápida busca sobre produtos e soluções para indústria 4.0, observamos essa tendência para os novos produtos. Mais para adequação de todo parque industrial à indústria 4.0 está envolvido um alto custo devido a troca por equipamentos que ainda desempenham suas funções básicas para as quais foram projetados.

Este trabalho tem por objetivo a criação de um sistema embarcado que tenha características de Sistemas Ciber-Físicos que possibilite a essas industrias, compostas por sistemas legados, serem inseridas na 4ª revolução industrial.

2 Industria 4.0

Por definição indústria é a atividade que transforma matéria-prima em produtos comercializáveis e que ao longo da história sofreu algumas revoluções proporcionadas por saltos tecnológicos. Esses saltos levaram ao status atual onde temos uma industria altamente mecanizada e automatizada. A visão futura nos remete a uma industria onde o sistema de produção seja modular, customizado e individual mais mantendo a eficiência e os custos da produção em massa. Essa tendência futura nos coloca no cenário de mais uma revolução industrial, a 4ª, a qual foi rotulada de "Industria 4.0"[1].

A propagação do termo "industria 4.0" origina-se da iniciativa do governo alemão de propor recomendações para uma industria com estratégia high-tech até 2020[2], através de um grupo de trabalho "Industrie 4.0 Working Group" [3].Esse grupo considera a integração dos sistemas IoT como fator chave para a revolução industrial. Ainda mais importante que IoT é a fusão entre mundo físico e virtual conseguido através do CPS (Cyber Physical Systems). CPS é a integração entre processos físicos com a capacidade de controlar e monitorar, normalmente com loop de feedback. A fábrica inteligente proposta pela revolução 4.0 define as fábricas como vivas, pois têm a capacidade de conectar: pessoas, coisas, dados e novas organizações para condução de processos industriais [3].Essas fábricas estão caracterizadas por cinco fatores: Smart networking, Mobility, Flexibility, Integration of customers e New innovative business models[4].

3 Cyber Physical System

Cyber physical systems (CPS) são sistemas automatizados que permitem a ligação do mundo

físico com mundo computacional. Eles têm a capacidade de comunicação com diversos dispositivos e redes, diferentemente do sistema embarcado padrão onde o acesso acontece a um único dispositivo por vez [4].

CPS normalmente tem em sua arquitetura básica uma unidade central de controle, normalmente um microcontrolador que controlam os atuadores e sensores os quais são necessário para interface com mundo físico e ainda contam com uma interface de comunicação para interagir com outros CPS ou para o envio de dados para uma nuvem. A parte mais importante de um CPS é a capacidade de troca de dados através de redes [4].

Como a 4ª revolução industrial está no seu início e a utilização do CPS nessa revolução também, ainda não existe uma formalização da arquitetura. Contudo existe uma recomendação segundo Lee [5], que propõe 5 níveis de arquitetura CPS para indústria 4.0 denominados de 5C: Connection, Conversion, Cyber, Cognition, Configure. Esses níveis estão ilustrados na Figura 1.

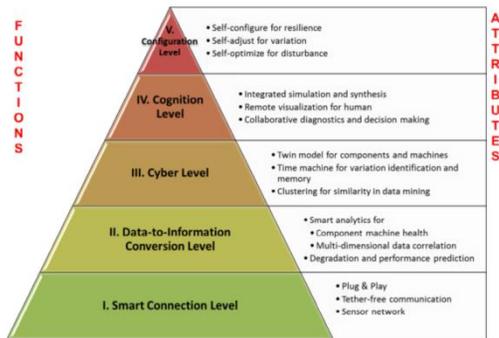


Figura 1: 5C arquitetura para implementação de um CPS.

4 Sistemas Legados

Sistemas legados têm um significado bem abrangente. Para a área de TI, esse termo remete a sistemas antigos e obsoletos de difícil manutenção, mais para a indústria 4.0 podemos pensar em sistemas legados como sistemas existente na indústria que não atendem aos requisitos mínimos para que esses sistemas possam ser integrados a essa nova indústria. Se adotadas as recomendações da arquitetura 5C para indústria 4.0 qualquer equipamento ou sistema no mínimo precisa atender ao requisito do nível mais

básico dessa recomendação, formando assim um CPS de nível smart connection.

Os sistemas legados podem ser de dois tipos digitais e analógicos e obedecem os padrões industriais. Para os que operam de forma digital temos 24V correspondendo a nível lógico 1 e 0V a nível lógico 0. Para os que operam de forma analógica existem dois padrões, 0 a 10V e 4 a 20mA com tensão constante de 24V. Esses padrões são utilizados para sensores e atuadores. Alguns exemplos são mostrados na Figura 2.



Figura 2: Válvula on/off(a). Válvula proporcional(b). Sensor de Pressão(c).

Todos esses sensores e atuadores estão presentes em grande parte das indústrias e, com a chegada da 4ª revolução, se tornam ou compõem sistemas legados.

5 NodeI4.0

NodeI4.0 é um protótipo embarcado que tem como características adicionar a qualquer sistema legado o nível Smart connection da arquitetura 5C.

NodeI4.0 é composto de duas entrada digitais, uma entrada analógica, um microcontrolador, um módulo de comunicação padrão IEEE 802.11, duas

saídas digitais e uma saída analógica, Figura 3.

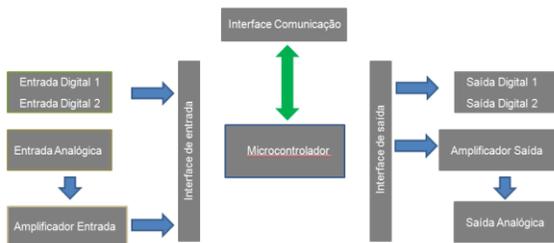


Figura 3: Diagrama de bloco NodeI4.0

5.1 Entradas digitais

O protótipo é composto de duas entradas digitais opto-isoladas com padrão de tensão industrial, onde o nível lógico 0 corresponde a 0 V e nível lógico 1 a 24 V, respectivamente, Figura4.

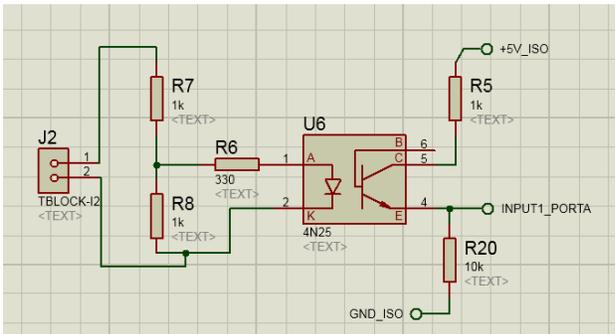


Figura 4: Circuito Entrada Digital

5.2 Entradas Analógica

A entrada analógica é composta de um circuito de amplificação para atenuar a tensão analógica dos padrões industriais de 0 a 10V para níveis de 0 a 5V que possam ser lidos pelo conversor A/D. Nesse protótipo o conversor utilizado é o MCP3201, que é um conversor de 12 Bits com comunicação através de uma interface SPI. O microcontrolador PIC, presente no protótipo, já conta com um conversor A/D, mas o fato dele estar integrado ao controlador não permite uma isolamento. Com o MCP3201 é possível ter uma isolamento através de um barramento opto-isolado de alta frequência, Figura 5.

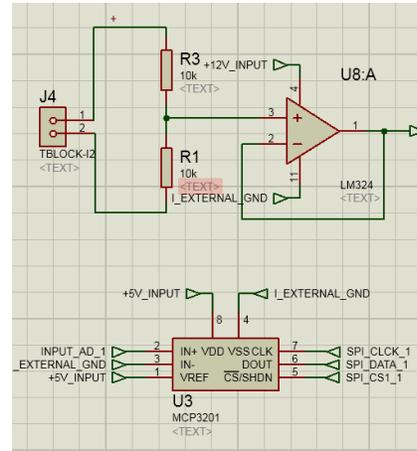


Figura 5: Circuito de Entrada Analógica

5.3 Microcontrolador

O microcontrolador escolhido foi o PIC18F2550 de 8 bits por ser ideal para aplicações de baixo consumo e conectividade com vários padrões de comunicação. Ele possui memória de programa do tipo flash de 32KB, 2048 bytes de RAM podendo operar com frequência de até 48Mhz. Possui hardware para comunicação SPI e UART que são importantes para o protótipo e está configurado para operar na frequência de 8Mhz.

O código no microcontrolador encapsula e transmite as variáveis proveniente dos I/O através de comunicação serial sobre protocolo customizado, responsável pelo gerenciamento do modos de operação do node.

5.4 Interface de Comunicação

Foi escolhido para comunicação o padrão IEEE 802.11 pelo fato de ser comum nas indústrias o padrão de comunicação ethernet via cabo (IEEE802.3). Com isso, a implementação de redes wifi tem um custo já reduzido, por se utilizar do padrão ethernet já existente, bastando apenas inserir um roteador e uma antena e devido a isso as limitações físicas de distância são minimizadas. Para atender essas especificações foi escolhido um módulo baseado no sistema integrado em um chip (System-on-Chip – SoC) ESP8266 da Espressif[6].

O SoC contém um processador de 32 bits, camada física do padrão IEEE 802.11 implementada em hardware, periféricos para entradas e saídas digitais, entrada analógica e barramentos de comunicação que podem estar disponíveis dependendo do modelo escolhido. No protótipo, o módulo utilizado foi o ESP-01 [6] que

possui um pequeno formato e integra, além do SoC, uma memória do tipo flash de 512 Kb para armazenamento do firmware e dados, Figura 6.



Figura 6: esp8266-01

5.5 Saídas Digitais

O protótipo contém duas saídas digitais de coletor aberto que podem atender os padrões de tensão de comando industriais para sinais digitais, podem operar com tensão entre 0 a 24 Volts, com uma corrente constante de 1A com picos de 1,5A. Ambas são opto-isoladas como indicado na figura 7.

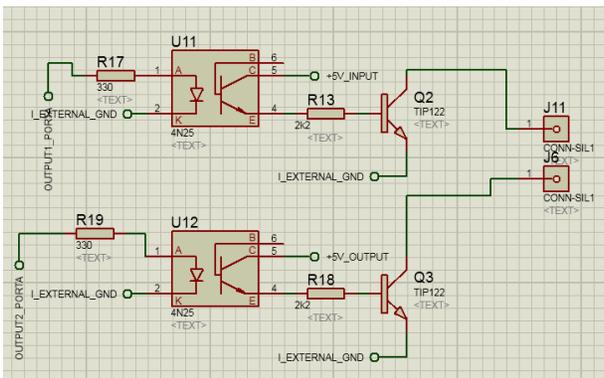


Figura 7: Saídas digitais

5.6 Saídas Analógicas

A saída analógica é composta por um conversor D/A, o MCP4921 de 12 bits, com comunicação SPI integrada a um amplificador operacional para amplificar o sinal analógico para níveis industriais, no caso do protótipo de 0 a 10 V, Figura 8.

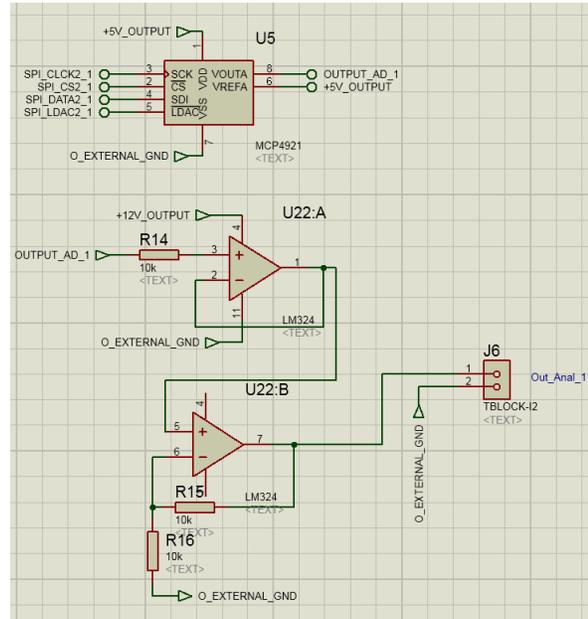


Figura 8: Saídas Analógicas

5.7 Modos de Operação

O NodeI4.0 opera em dois modos, accesspoint e station, o primeiro modo é usado apenas para inserir as configurações que serão usadas no modo station. No modo station o NodeI4.0 se conecta a um roteador e envia os dados a um servidor broker através de uma rede wifi. Para configurar o módulo é necessário entrar no modo accesspoint habilitando o jump j14 e j15:

Com Node configurado para modo accesspoint e em seguida reiniciando-o será gerada uma rede wifi com SSID "NodeI4.0". Acessando a rede com a interface de rede do computador em modo DHCP e usando o password correto será possível visualizar a página de configuração digitando no browser o IP "192.168.4.1", na figura 9 temos a tela de configuração e na tabela 1 a descrição de cada campo:

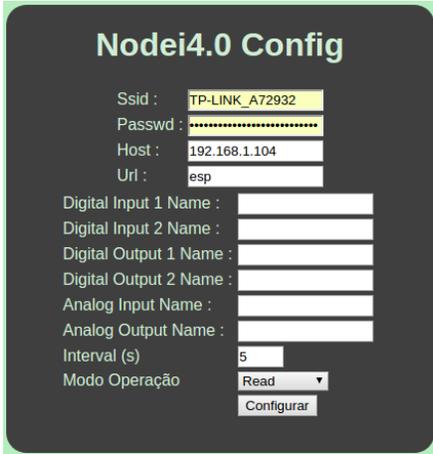


Figura 9: Tela configuração - Modo AP

Tabela 1: Variáveis de configuração modo AP

Campo	Descrição
SSID	Nome da rede ao qual se deseja conectar, uma rede já configurada em um roteador.
Passwd	senha da rede
Host	IP do servidor que irá receber e tratar os dados
Url	Página para qual os dados serão enviados
Interval	Tempo em que os dados serão enviados e recebidos
Modo Operação	No modo station existem três sub modos de operação "Read", "Write" e "Read/Write", no sub modo write os dados apenas são escrito nas saídas do NodeI4.0, acionado assim as saídas digitais e ajustando o nível de tensão no conversor D/A. No sub modo read as entrada analógicas e digitais são lidas e enviadas ao servidor, o sub modo "Read/Write" é a

combinação dos dois modos sendo que a escrita e subsequente a leitura.

O dados provenientes das entradas são enviados ao servidor quando o node está no modo station e submodo Read ou Read/Write através do protocolo HTTP, os valores das entradas digitais e analógicas compõem a URL de requisição, usando a configuração da Figura 9,a URL teria a seguinte composição.

"HTTP://192.168.1.104/esp/eD1/eD2/eA"

Onde eD1, eD2 serão os valores das entradas digitais 1 e 2 respectivamente e eA o valor da entrada analógica. Figura 10 demonstra a URL após requisição.

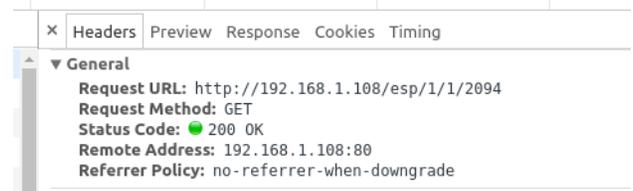


Figura 10 : Requisição HTTP, envio de valores ao servidor

Quando NodeI4.0 está no modo station e submodo Write ou Read/Write a escrita dos valores provenientes do servidor no protótipo se da através da resposta da requisição da mesma requisição HTTP de envio dos dados.Figura 11 resposta da requisição.

```
<!DOCTYPE HTML>
<html>
  <head>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=UTF-8">
    <link rel="stylesheet" href="http://192.168.1.108/view/css/jquery-ui.min.css">
    <link rel="stylesheet" type="text/css" href="http://192.168.1.108/view/css/jquery->
    <script type="text/javascript" src="http://192.168.1.108/view/lib/jquery.js">
    <script type="text/javascript" src="http://192.168.1.108/view/lib/jquery-ui.js">
  </head>
  <body>
    {var1:0,var2:1,var3:2094}
  </body>
</html>
```

Figura 11: Resposta da requisição HTTP, escrita no node.

A variáveis que serão escritas nas saídas do node e que compõem a resposta da requisição HTTP devem estar entre as tags html <body> e </body> respectivamente. Devem estar estruturados em formato json:

{var1:0,var2:1,var3:2096}.

Onde var1,var2 e var3 serão respectivamente os valores das saídas digitais 1, 2

e da saída analógica. A figura 12 demonstra o fluxograma com todos os modos de operação.

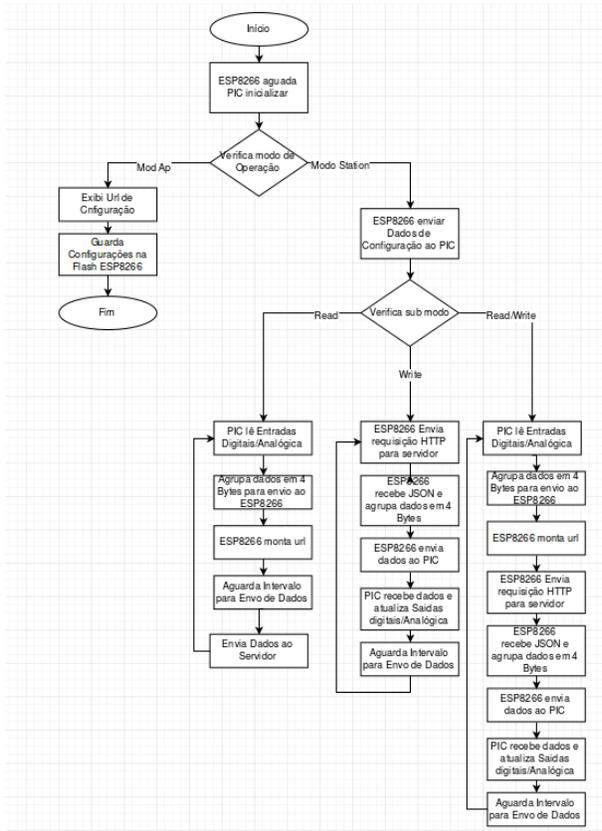


Figura 12: Fluxograma Modos de Operação

O que será feito com os dados lidos ou escritos depende do que será implementado no servidor, podendo ir desde uma simples lógica booleana como até um controlador PID, tudo integrado com aquisição e análise de dados de um CPS, proporcionando a um sistema legado a possibilidade de poder ter as características smart connection da arquitetura 5C, podendo assim inserir nas indústrias antigas os benefícios da indústria 4.0. Na figura 13 temos a montagem final do protótipo.

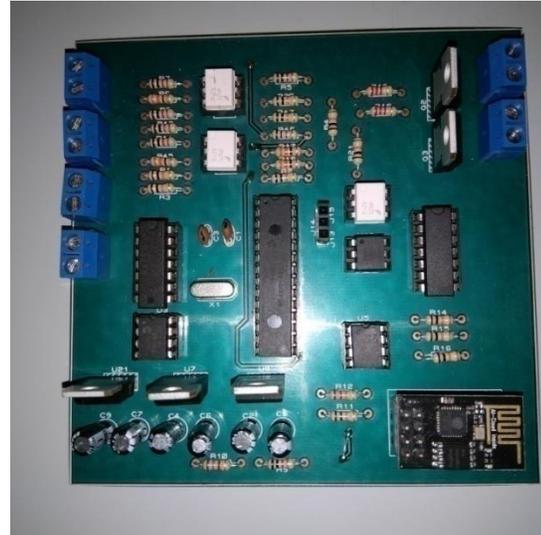


Figura 13: Protótipo NodeI4.0

6 Conclusão e trabalhos futuros

Este trabalho propôs a prototipação de um CPS que tem a capacidade de inserir qualquer sistema legado no nível smart connection da arquitetura 5C, e com isso, poder conectar o mundo físico ao mundo cyber com a aquisição de dados confiáveis.

O protótipo foi testado em um sistema de controle de nível, medido por um transmissor de pressão e controlado por uma válvula proporcional. Nesse teste foi implementado um controlador proporcional no servidor. O NodeI4.0 se mostrou bastante eficiente com uma velocidade satisfatória para esse sistema, que não exige uma resposta abaixo de 50ms. Com o NodeI4.0, foi adicionado a esse simples sistema de controle as características de um CPS, descentralizado, permitindo a aquisição e manipulação dos dados e inserindo nas especificações da indústria 4.0.

Para as próximas etapas do projeto será necessário a mudança do protocolo HTTP para protocolo customizado implementado em socket UDP, a fim de deixar o protótipo com uma baixa latência de comunicação e poder atender a sistemas que necessitam de maior velocidade.

Como implementações futuras integrar ao NodeI4.0 a possibilidade de subir mais um nível na arquitetura 5C passando assim a inferir informações a partir dos dados coletados.

Referências

- [1] Lasi, Heiner, et al. "Industry 4.0." Business & Information Systems Engineering 6.4 (2014): 239.
- [2] Festo. Industry 4.0 / IoT – Products and solutions. Disponível em: https://www.festo.com/cms/nl-be_be/56644_56690.htm. Acesso em: 21 de Junho de 2017.
- [3] Hermann, Mario, Tobias Pentek, and Boris Otto. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. 2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS). IEEE, 2016.
- [4] Jazdi, Nasser. "Cyber physical systems in the context of Industry 4.0." Automation, Quality and Testing, Robotics, 2014 IEEE International Conference on. IEEE, 2014.
- [5] Lee, Jay, Behrad Bagheri, and Hung-An Kao. "A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems." Manufacturing Letters 3 (2015): 18-23
- [6] Espressif, ESP8266. Disponível em :<https://espressif.com/en/products/hardware/esp8266ex/overview>. Acesso em: 21 de junho de 2017.

Aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor na Indústria de Alumínio

Application of Value Stream Mapping in the Aluminum Industry

Camila da Silva Oliveira ¹

Lara Calado ¹

¹ Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil,

E-mail do autor principal: Camila da Silva Oliveira camilasiol@hotmail.com

Resumo

Nos dias de hoje, novas metodologias estão sendo adotadas por empresas de manufatura para prover a crescente necessidade de melhores resultados operacionais, pois o mercado cada vez mais alcança patamares altos de competitividade. De acordo com este contexto, diversas ferramentas surgiram buscando produtividade e qualidade com menor custo. Dentre elas pode-se destacar o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV). A construção do MFV auxilia na visualização de todo o processo, identificando os desperdícios, e proporcionando oportunidades de melhoria neles. O objetivo deste trabalho consiste em descrever e analisar os conceitos do Sistema Toyota de Produção e aplicação da ferramenta MFV no processo de uma indústria de alumínio. O estudo de caso apresenta os ganhos atingidos com a implementação da ferramenta no processo, confirmando as vantagens do uso dessa ferramenta apontadas na literatura.

Palavras-Chave: Mapeamento de Fluxo de Valor, Indústria de Alumínio, produtividade, perdas.

Abstract

Nowadays, new methods are being adopted by manufacturing companies to provide the growing need for better operating results, as the market increasingly reaches high levels of competitiveness. According to this connection, various tools have arisen aiming productivity and quality at lower cost. Among them we can highlight the Value Stream Mapping (VSM). The construction of the VSM assists in visualization of the entire process by identifying waste and providing opportunities for improvement therein. The objective of this study is to describe and analyze the concepts of the Toyota Production System and implementation of VSM tool in the process of an aluminum industry. The case study presents the gains achieved with the implementation of the tool in the process, confirming the advantages of using this tool mentioned in the literature.

Key-words: Value Stream Mapping, Aluminium Industry, productivity, losses.

1 Introdução

A globalização e o mercado competitivo têm impulsionado as empresas a uma busca contínua de melhores resultados nos seus processos, desenvolvendo atividades que proporcionem vantagem competitiva, eficiência, com menor custo e maior qualidade, para assim oferecer um melhor produto ou serviço. Tudo isto, sem prejudicar a saúde e a segurança dos seus colaboradores.

Para tentar continuar atuando no mercado, os propósitos da corporação não devem depender apenas do seu sistema produtivo, mas também em ser competitivo em termos de preços, qualidade, além de tentar minimizar ao máximo o tempo de entrega do produto final, garantindo, principalmente, a satisfação do cliente.

As empresas precisam trabalhar com uma produção enxuta, buscando a redução de seus custos de produção, reduzindo as atividades que não agregam valor ao produto ou processo, ou seja, reduzindo os desperdícios desde o recebimento da matéria-prima até a expedição do produto final. Portanto, a problemática a ser analisada é o excesso de desperdício de tempo, matéria-prima e informações do processo.

Rother & Shook [1] afirmam que se pode utilizar o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV), como uma ferramenta da produção enxuta, para melhorar a eficiência de uma empresa, quando usada para diminuir a perda do processo. Apesar da aplicação inicial voltada para manufatura, esta ferramenta pode ser utilizada para outros seguimentos, aplicando o estado inicial do processo pesquisado e construindo o estado futuro pretendido.

Neste contexto, é apresentado neste trabalho um estudo da ferramenta de MFV no processo de laminação, numa indústria de alumínio, analisando e identificando oportunidades de melhoria nos tempos de produção e assim, eliminação de desperdícios na cadeia produtiva.

2 Metodologia

No desenvolvimento deste trabalho é realizada uma pesquisa bibliográfica, para complementação da base teórica relevante para o tema estudado. Adicionalmente, a pesquisa tem como finalidade, a aplicação, através do estudo da implementação e

desenvolvimento do tema em uma indústria de alumínio. Segundo Marconi e Lakatos [2], a pesquisa aplicada é caracterizada pelo seu interesse prático, isto é, que os resultados sejam voltados para solução de problemas reais. Foi utilizada a abordagem combinada explanatória, que apresenta, primeiramente, a análise de dados mensuráveis por meio de indicadores que mostrem a situação anterior à implantação, e após a mesma, com os dados obtidos é aplicada a abordagem qualitativa para poder melhor entender comportamentos e resultados que necessita de uma melhor análise. O estudo é o descritivo, em que busca descrever as características, propriedades ou relações existentes no fenômeno investigado. Este tipo de pesquisa caracteriza-se frequentemente como estudos que procuram determinar status, opiniões ou projeções futuras nas respostas obtidas [3].

Neste trabalho foi utilizado o estudo de caso como principal modalidade de pesquisa, sendo escolhida uma empresa alvo onde foi aplicado o mapeamento de fluxo do valor de uma linha de produção, permitindo conhecer as oportunidades de melhoria do processo.

Neste estudo foi empregada a técnica de pesquisa de documentação indireta, que tem o intuito de recolher informações prévias sobre o campo de interesse, fazendo levantamento de dados de variadas fontes. É utilizada a pesquisa bibliográfica, em que foi feito um levantamento de toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo. A pesquisa documental também é usada, sendo fonte de coleta de dados, documentos, escritos ou não, através de documentos históricos da empresa.

3 Referencial Teórico

3.1 Sistema Toyota de Produção

Segundo Souza e Almeida [4], após o final da II Grande Guerra, em 1945, a indústria Toyota Motor Co. retomou os seus planos de tornar-se uma grande montadora de veículos. No entanto, a distância que a separava dos grandes competidores americanos era simplesmente monstruosa. Nesta época, costumava-se falar que a produtividade da mão-de-obra americana era aproximadamente dez vezes superior à produtividade da japonesa. Com isso, os japoneses se motivaram em estudar o modelo de produção americano visando alcançar, e superar, a indústria

americana, o que de fato aconteceu anos mais tarde.

O fato da produtividade americana ser tão superior à japonesa chamou a atenção para a única explicação razoável: a diferença de produtividade só poderia ser explicada pela existência de perdas no sistema de produção japonês. A partir daí, o que se viu foi a estruturação de um processo sistemático de identificação e eliminação das perdas.

De acordo com Ohno [5], a estratégia de crescimento da empresa Toyota Motor Co., no período pós-guerra no Japão, foi a de capacitar-se para sobreviver em um mercado doméstico de demanda discreta onde a estratégia de produção em massa através da fabricação de grandes lotes, não era aplicável. A alternativa lógica foi o desenvolvimento de um sistema de produção baseado na fabricação de pequenos lotes capaz de fazer frente aos ganhos obtidos na produção em larga escala.

Revelou-se aí, a utilização de elementos inovadores que rompiam com algumas das mais básicas premissas do gerenciamento convencional. O Sistema Toyota de Produção (STP) está estruturado sobre a base da completa eliminação das perdas, com o Just in Time (JIT) e o Jidoka, que significa automação, atuando como seus dois pilares de sustentação, sendo demonstrado na Figura 1.

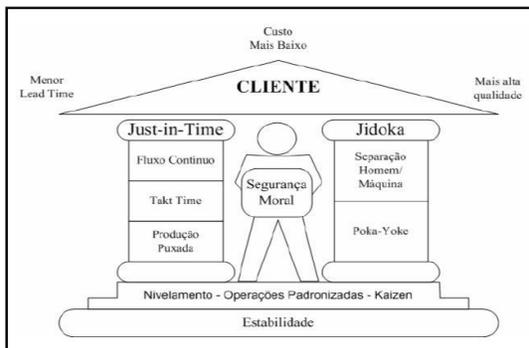


Figura 1: Estrutura do Sistema Toyota de Produção, Fonte: Almeida e Sousa (2000)

O JIT significa, que cada processo deve ser suprido com os itens e quantidades corretas, no tempo e lugar certo. É fundamental que se entenda que o JIT é somente um meio de alcançar o verdadeiro objetivo do STP que é o de aumentar os lucros através da completa diminuição das perdas. Já a Automação consiste em proporcionar ao

operador ou à máquina a liberdade de parar o processo sempre que for detectada qualquer anormalidade no sistema. Este conceito reflete a ideia de que um trabalhador pudesse operar simultaneamente mais de uma máquina, aumentando com isso a eficiência da produção. Embora a automação esteja frequentemente associada à automação, ela não é um conceito restrito às máquinas. É importante notar que o conceito de automação tem muito mais identidade com a ideia de autonomia do que com automação [6].

Com endurecimento das condições de mercado, a única forma da Toyota obter uma maior margem de lucro seria através da redução de custos e desperdícios. Para se atingir melhores níveis de produtividade foi necessário uma análise detalhada da eliminação das perdas na cadeia de valor. Isto é, fazer um diagnóstico da seqüência de processos pela qual passa o material, desde o estágio de matéria-prima até ser transformado em produto acabado. O processo sistemático de reconhecimento e eliminação dos danos passa ainda pela análise das operações, concentrando na identificação dos componentes do trabalho que não adicionam valor. Perdas são atividades completamente desnecessárias que geram custo, não agregam valor e que, portanto, devem ser imediatamente eliminadas. Ohno [5] classificou essas perdas presentes no sistema produtivo em sete grandes grupos: Perda por superprodução; Perda por espera; Perda por transporte; Perda no próprio processamento; Perda por estoque; Perda por movimentação; Perda por fabricação de produtos defeituosos.

Além das perdas, existem atividades que não agregam valor, mas são fundamentais para o processo, como aquelas, que também não agregam valor, e deverão ser rapidamente eliminadas. Rother e Shook [1] idealizaram o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) focando em todo o fluxo de produção de um produto ou família de produtos, visando à implantação da produção enxuta em todo o fluxo.

3.2 Mapeamento do Fluxo de Valor

Enquanto estudava as práticas de implementação enxuta da Toyota, Rother e Shook [1] perceberam o método de mapeamento de valor ao longo do fluxo. Observou-se que este possuía um potencial muito maior do que se pensava ter,

<http://dx.doi.org/10.25286/rep.v2i4.710>

então, ele formalizou a ferramenta e construiu um método de treinamento baseado no extraordinário sucesso obtido. O ponto de partida essencial para o pensamento enxuto é o valor, que é todo o atributo que o cliente final está disposto a pagar por ele.

O fluxo de valor é toda ação necessária para levar um produto por todos os fluxos essenciais ao mesmo, da matéria-prima a entrega ao consumidor final. Além do fluxo de material, que é o movimento de materiais dentro da fábrica, deve-se levar em consideração, com a mesma importância, o fluxo de informação, que é o responsável por avisar para cada processo o que fabricar ou fazer em seguida.

Por outro lado, é uma ferramenta que, assim como as outras na produção enxuta, se concentra mais nas questões relativas à redução do lead time (dimensão tempo) dos sistemas, que parece ser a principal e, as vezes, a única dimensão considerada neste tipo de ferramenta.

A ferramenta foi construída com a finalidade de diminuir o lead time e, conseqüentemente, a eliminação dos desperdícios, que para Ohno [5] em todo o caso ocasionaria um impacto positivo sobre todos os objetivos de desempenho descritos por Slack et al. [7], são eles: custo, qualidade, entrega, rapidez e flexibilidade.

O mapeamento de fluxo de valor é uma ferramenta de melhoria contínua, pois como se observa na figura 2, ela cria um círculo virtuoso no qual após realizar as ações para atingir o mapa futuro, o mapa estado futuro torna-se o mapa do estado presente e serão elaboradas novas ações de melhoria para atingir o novo mapa futuro, e assim se repete o ciclo ininterruptamente.



Figura 2: Ciclo de melhoria do mapeamento de fluxo de valor

Fonte: Alcantara e Silva (2016)

impactos causados através da implementação em cenários diferentes de estado futuro observando criticamente os resultados obtidos.

Marcelino e Weiss [9] afirmam que através das intervenções propostas no sistema produtivo através da implementação do MFV numa indústria automotiva, obteve-se uma melhoria significativa nos indicadores de pontualidade de entrega dessa família de produtos.

4 Estudo de Caso

A empresa em questão é uma tradicional empresa americana com atuação em 30 países, que está presente no Brasil desde 1965, e conta com cerca de 6000 funcionários no país, atuando na indústria metalúrgica como produtora de alumínio, sendo responsável pela produção de 25% de todo o alumínio primário fabricado no Brasil. No mercado brasileiro, a empresa atua em toda a cadeia produtiva do metal, desde a mineração da bauxita até a produção de transformados. Em Pernambuco desde 1981, a empresa conta com duas unidades de negócio numa mesma planta no estado, atendendo a inúmeros mercados. A primeira está voltada para produtos extrudados, que são destinados aos setores de construção civil, transportes, equipamentos, elétricos e bens de consumo. A segunda unidade de negócio é responsável pela produção de laminados, que são utilizados na indústria alimentícia e farmacêutica, na forma de embalagens, construção civil e naval, setor automobilístico e produção de eletrodomésticos.

O presente trabalho foi desenvolvido na segunda unidade de negócios, a responsável pela fabricação de produtos laminados. A produção desta unidade pode ser dividida em famílias de produtos: folhas, chapas e telhas de alumínio. Esta divisão se dá principalmente pela espessura do produto final, além da forma do material. A fábrica é dividida em três grandes áreas: Refusão, Chapas e Folhas. O fluxo de produção desta fábrica pode ser entendido de forma genérica através da figura 3. A produção se inicia com o consumo de lingotes de alumínio pela refusão, onde são processados nos fornos de fusão junto com outros componentes, que formam a liga de alumínio a ser requisitada. Após a fusão é formada a primeira bobina de alumínio, com uma espessura ainda muito alta. Estas bobinas são enviadas para a Laminação de Chapas e para a Laminação de

Folhas, onde serão submetidas a processos produtivos específicos, como a laminação para o alcance de espessuras menores, ou então tratamentos térmicos, que permitem que o material apresente diferentes propriedades mecânicas, de acordo com as especificações necessárias.

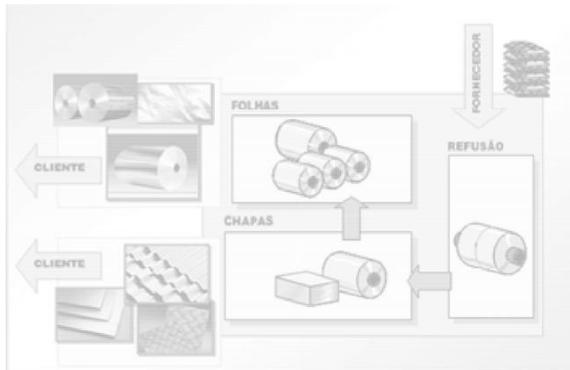


Figura 3: Fluxo de produção da planta
Fonte: Dados da empresa

As perspectivas do mercado de alumínio vêm crescendo devido à ascendência das indústrias de bens de consumo, além de algumas alterações externas no mercado. A fábrica deste estudo de caso apresenta hoje uma demanda mensal de cerca de quatro mil toneladas de produtos laminados: folhas, chapas e telhas. Desta forma, para que a empresa possa melhorar o desempenho operacional em suas linhas de produção se fez necessário o emprego de algumas ferramentas gerenciais. A empresa tem seu próprio sistema de gerenciamento baseado no Sistema Toyota de Produção implantado em todas as unidades da empresa a nível mundial, buscando a eliminação de desperdício através da melhoria contínua.

O estudo foi desenvolvido em uma máquina laminadora da laminação de Folhas, que tem como característica laminar bobinas para espessura solicitada pelo processo ou pelo cliente.

Foi realizado um estudo em cima do setup de troca de bobina (TTB) da laminadora, avaliando o tempo gasto com esta atividade. A princípio, realizou-se um trabalho de acompanhamento do processo, pois não existia um padrão para o procedimento atual realizado. A partir desse ponto ocorreu uma análise dos dados obtidos e construído o padrão para a atividade de troca de bobina da forma que era realizada pela operação,

atingindo 16,2 min de setup. A figura 4 descreve o mapeamento de fluxo de valor atual.



Figura 4: Mapeamento do f fluxo atual
Fonte: Dados da empresa

A redução no tempo de máquina parada implica num maior tempo de máquina produzindo volume de material acabado, e assim ganho financeiro para empresa que estará aproveitando melhor seus recursos físicos.

Dessa forma, efetuou-se uma análise crítica do mapeamento de processo atual, verificou-se que existiam atividades que não agregavam valor e, assim, foi proposto o novo fluxo de processo, representa do na figura 5, com a exclusão dos processos que representavam desperdícios de tempo, apresentando redução no tempo de setup e ganho de produtividade.

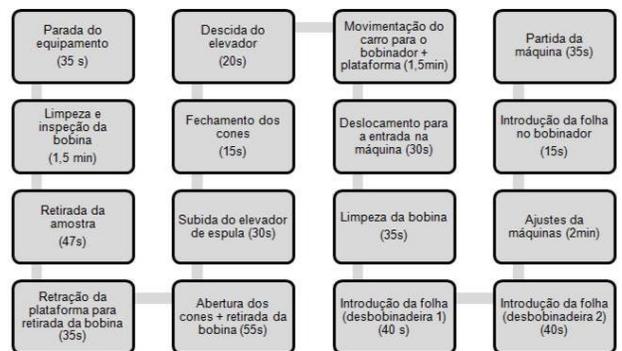


Figura 5: Mapeamento do fluxo proposto
Fonte: Dados da empresa

As atividades excluídas (Procurar materiais de limpeza e inspeção, Aguardando bobina do processo anterior, e Aguardando espula) do mapeamento atual são operações que, não agregam valor ao processo principal, devem ser

feitas antes que a troca de bobina se inicie, ou seja, já devem estar prontos em espera para o início do setup, chama-se também de setup externo, em que acontece fora do setup principal. Os materiais de limpeza e inspeção devem estar em local predefinido próximo a área de utilização; a bobina do processo anterior deve estar disponível na máquina antes do setup se iniciar, da mesma forma que a espula, pois são essenciais ao processo.

O mapeamento de processo proposto reduziu o tempo de máquina parada em aproximadamente 25% de 16,2min para 12,2min. Dessa maneira, iniciou-se o trabalho posterior de treinamento da equipe para se atingir o TTB de 12,2 min. Para o desenvolvimento da operação é necessário alguns meses de treinamento diário para nivelar todos eles no mesmo conhecimento e cumprimento do padrão. Os treinamentos iniciaram-se em Janeiro/2016 e no mês de Maio/2016 atingiu-se o TTB proposto.

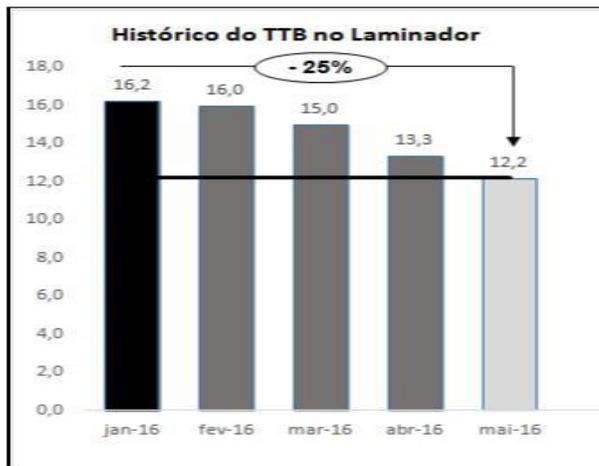


Figura 6: Histórico dos tempos de TTB
Fonte: Dados da empresa

Através do acompanhamento realizado no início do trabalho, alguns dados foram obtidos, inicialmente, para calcular os benefícios adquiridos após o alcance do objetivo, são eles:

- O número médio de ocorrências de troca de bobina no mês: 168 vezes;
- O custo médio: R\$ 749,62 por tonelada (ton);
- Produtividade média: 3 ton/hora.

A partir dos dados apresentados pode-se fazer a comparação do custo médio de máquina parada através do método atual e o proposto, e com a redução de 4 min de tempo de parada, obteve um ganho financeiro mensal de R\$ 25.153,94, ou seja,

R\$ 301.847,31 anual, demonstrado na Tabela 1. Além dos ganhos financeiros, conquistou-se também, benefícios não-financeiros, como a criação de um procedimento padrão para atividades, o nivelamento do conhecimento entre toda a operação, e desenvolvimento de habilidades dos funcionários.

Tabela 1: Custo e Benefícios com a redução do TTB

Cálculo dos Benefícios com Redução do TTB		
	Método Atual	Método Proposto
Custo médio (R\$/ton)	R\$ 749,62	R\$ 749,62
Produtividade (ton/h)	3,0	3,0
Tempo médio de TTB (min)	16,2	12,2
Número de ocorrências de TTB (unid.)	168	168
Impacto financeiro do TTB (R\$)	R\$ 101.873,47	R\$ 76.719,52
Ganho Mensal (R\$)		R\$ 25.153,94
Ganho Anual (R\$)		R\$ 301.847,31

Fonte: Dados da empresa

As melhorias relatadas ratifica o objetivo da empresa de descobrir as oportunidades internas para reduzir seus custos eliminado desperdícios e assim continuar satisfazendo as necessidades dos clientes e ao mesmo tempo gerar lucros significativos à empresa, afinal, conforme descreve Chiavenato [10], “negócio é um esforço organizacional, por determinadas pessoas para produzir bens e serviços, a fim de vendê-los em um determinado mercado e alcançar recompensa financeira pelo seu esforço.”

5 Considerações Finais

Devido ao atual ambiente de competitividade exigido pelo mercado, cresce a importância dada pelas grandes companhias a novas ferramentas de gestão que garantam sistemas mais enxutos e consistentes.

Pretendeu-se com o presente trabalho, melhor entender a filosofia do Sistema Toyota de Produção, assim como, apresentar o Mapeamento do Fluxo Valor, uma ferramenta capaz de auxiliar na identificação dos desperdícios que ocorrem no processo produtivo, e assim, facilita na redução do lead time em uma linha de produção. O sucesso desta ferramenta nas diversas empresas que o adotam pode ser justificado pela linguagem simples para entendimento e facilidade na utilização de representar os processos da manufatura.

Com a aplicação da ferramenta MFV num processo produtivo na indústria de alumínio,

visualizou-se as perdas que ocorriam no método realizado, que eram as esperas por recursos necessários no processo principal. A comparação entre os estados atual e proposto mostrou a proporção das melhorias implementadas, através da redução do tempo de setup e benefícios financeiro para a empresa.

Referências

- [1] M. Rother, J. Shook. Aprendendo a enxergar – mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. Lean Institute Brasil, São Paulo, 2003.
- [2] M. A. Marconi, E. M. Lakatos. Fundamentos de metodologia. 5. Ed. Atlas, São Paulo, 2003.
- [3] P. A. C. Miguel(org). Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. 2. Ed. Elsevier, ABEPRO, Rio de Janeiro, 2012.
- [4] A. T. Almeida, F. M. C. Souza. Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações, Ed. da UFPE, Recife, 2000.
- [5] T. O. Ohno. Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. 5. ed. Bookman, Porto Alegre, 1997.
- [6] P. Ghinato. Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time. 1 ed. EDUSC, Caxias do Sul, 1996.
- [7] N. Slack, S. Chambers, R. Johnston. Administração da Produção. Editora Atlas, São Paulo, 1996.
- [8] D. F. S. Lima, P. G. F. Alcantara, L. C. Santos, L. M. F. Silva, R. M. Silva. Mapeamento do fluxo de valor e simulação para implementação de práticas lean em uma empresa calçadista; Revista Produção Online, V. 16, N. 1 (2016).
- [9] H. P. Marcelino, J. M. G. Weiss. Melhoria de processos por meio do mapeamento do fluxo de valor: estudo de caso. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador, 2009.
- [10] I. Chiavenato. Administração de produção: uma abordagem introdutória. Ed. Elsevier, Rio de Janeiro, 2005.

Aplicação de ensaios não destrutivos no processo de fabricação de bases metálicas dos elevadores de cremalheira

Application of Non-destructive tests in the process of manufacturing metallic bases of rack elevators

Valber Mario da Costa Silva¹

Francisco Ilo Bezerra Cardoso¹

Valdézio José Pininga de Souza¹

¹ Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil,

E-mail do autor principal: **Valber Mario da Costa Silva** valber_mario@hotmail.com

Resumo

O estudo tem por objetivo apresentar o processo de fabricação e os ensaios não destrutivos usados na base do elevador cremalheira às luzes da norma AWS D1.1. (Código de Soldagem Estrutural – Aço, tradução de: Structural Welding Code – Steel). A escolha de parâmetros de soldagem é uma etapa importante do processo de soldagem, influenciando diretamente no aporte térmico fornecido às juntas soldadas. Esse valor de aporte térmico juntamente com a distribuição de temperatura nas juntas soldadas fornece a o projetista condições de prever o tamanho da zona termicamente afetada, o tipo de microestrutura formada e conseqüentemente prevenir os efeitos das tensões residuais. Como metodologia foram revisados os conceitos do processo de soldagem e dos ensaios não destrutivos, os requisitos de pré-qualificação (Especificação do Procedimentos de Soldagem) e documentação Técnica. Aplicados os ensaios, os procedimentos e padrões estabelecidos de forma a garantir os requisitos da norma.

Palavras-Chave: Guinchos cremalheira, Elevador, Base de guinchos;

Abstract

The study aims to present the manufacturing process and the non-destructive testing used on rack lift base to the lights of AWS D1.1. (Steel Welding Code, Structural Welding Code - Steel). The choice of welding parameters is an important step in the welding process, directly influencing the thermal input supplied to the welded joints. This thermal input value together with the temperature distribution in the welded joints provides the designer with the ability to predict the size of the thermally affected zone, the type of microstructure formed and consequently to prevent the effects of the residual stresses. As a methodology, the concepts of the welding process and non-destructive tests, the pre-qualification requirements (Specification of Welding Procedures) and Technical documentation were reviewed. Applied the tests, procedures and standards established in order to guarantee the requirements of the standard.

Key-words: Screw Winch, Elevator, Winch base.

1 Introdução

O setor de construção civil no país tem recebido vários investimentos e incentivos do setor público e privado nos últimos anos. Assistimos, sim, uma crescente oferta na área de infraestrutura no Brasil. No setor de construção vertical, a construção de imóveis residenciais e comerciais foi estrondosa. O setor imobiliário é um dos que mais emprega nossa mão de obra, não só a nível local ou regional, mas também a nível nacional. Até os dias atuais, várias construtoras cresceram e outras tantas surgiram, galgando os mesmos passos de suas precursoras.

Com o aumento no número de estruturas em construção no nosso país, tem-se crescido a preocupação com os processos de fabricação delas, notadamente nos processos que envolvem estruturas metálicas. Os projetos de construção são regidos pela Norma AWS D1.1 (American Welding Society) [1], que delimita o passo-a-passo do processo de fabricação e indicando quais são as variáveis no processo e fornecendo algumas soluções que podem ser aplicadas no processo de fabricação para obtermos um resultado satisfatório.

Um dos setores que nos últimos anos obteve um crescimento bastante significativo foi o de construção vertical. E neste seguimento, alguns equipamentos são de extrema importância para o andamento da obra, podem os destacar dois deles: Grua e Guincho Cremalheira. Este último, é o responsável pelo transporte vertical treen os pavimentos da obra de pessoas, materiais, ferramentas e demais equipamentos necessários à atividade.

Há vários fabricantes de guinchos cremalheira de marca nacional que estão concorrendo com marcas importadas principalmente do mercado chinês, que predominantemente entraram no mercado nacional através de diversos incentivos à importação e também aproveitando o aquecimento do mercado interno no setor imobiliário. Além da Norma Regulamentadora NR18 - CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DE TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, também se adota os conceitos da Norma Regulamentadora NR12 - SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS, para garantir o sucesso das atividades de manutenção e operação com os equipamentos [2] e [3].

No processo de fabricação e soldagem dos elementos que compõem o guincho cremalheira as empresas precisam seguir alguns requisitos e normas que regem este tipo de equipamento. A norma recomendada para ser seguida durante o processo de fabricação de estruturas metálicas em aço é a norma

internacional American Welding Society AWS D1.1. [1].

No processo de fabricação do guincho cremalheira, o item soldagem é o de maior importância, por compreender quase que a totalidade do processo de fabricação. Por se tratar de um equipamento de movimentação de cargas e pessoas, deve-se seguir criteriosamente os cuidados e preceitos descritos na AWS D1.1 [1], no tocante aos critérios de aceitação dos ensaios para assegurar que o produto final não apresente defeitos substanciais, garantindo assim a qualidade no processo de fabricação. Além do processo de soldagem, pode-se destacar, sem minimizar suas devidas importâncias, os componentes elétricos, eletrônicos e mecânicos.

No processo de soldagem da estrutura do guincho, será dada uma ênfase especial às bases do guincho. Por se tratar de um item importante na montagem do equipamento ele suporta e transmite ao solo os esforços que o guincho sofre durante sua operação [1].

1.1 Requisitos iniciais

O ponto de partida, neste estudo, para atender o que a AWS D1.1 determina é se ter uma série de procedimentos que nos garantirá um processo homogêneo e passível de ser rastreado em toda a cadeia produtiva [1].

A EPS – *especificação de procedimento de soldagem*, estabelece quais itens são importantes e que devem ser considerados nos procedimentos [1]. Estas variáveis foram previamente testadas.

A RQPS – *Registro de qualificação de procedimento de soldagem*, registra e atesta que o procedimento usado é adequado para garantir a qualidade desejada conforme a norma [1]. A comprovação deste registro é feita através de alguns ensaios determinados pela norma, Ex.: dobramento, tração, impacto e análise química.

O soldador também será qualificado, pois uma solda de qualidade também depende da habilidade do colaborador em executar tal procedimento [4] e [5].

O Registro de qualificação do soldador (Welder Qualification Record) é um documento que registra os dados relativos a comprovação da habilidade do soldador em executar tal tarefa. A comprovação da habilidade do soldador é feita através de testes específicos descritos na norma AWS D1.1. Os testes serão feitos em todos os integrantes da equipe envolvida no processo de soldagem da base do elevador cremalheira. A utilização do registro, garante a uniformização do procedimento e das condi

ções especificadas de soldagem para controle do processo e possíveis e eventuais rastreabilidades [1].

1.2 Pré-qualificação da WPS (Welding Procedure specifications – Especificações de procedimentos de soldagem)

Todas as WPS pré-qualificadas deverão ser escritas, as que não estiverem em conformidade devem ser qualificadas por meio de testes [1].

1.3 Processo de Soldagem

Será utilizado, o processo SMAW – Shielded Metal Arc Welding – Soldagem com eletrodo revestido. Outros processos podem ser utilizados, desde que as WPS sejam qualificadas por meio de testes comprobatórios conforme a AWS D1.1 [1].

Tabela 3.1
Metal Base Pré-qualificado — Combinações do Metal de Adição para Resistência Correspondente (ver 3.3)

Requisitos de Especificação do Aço					Requisitos do Metal de Adição		
Especificações do Aço	Ponto/Limite Mínimo de Elasticidade		Faixa de Tensão		Processo	Especificações do Eletrodo AWS	Classificação do Eletrodo
	ksi	MPa	ksi	MPa			
ASTM A 36	(≤ 3/4 IN 2 mm)	36	250	58-80	400-550		
ASTM A 53	Grau B	35	240	60 min	41.5 min	SMAW	A5.1 E60XX, E70XX
ASTM A 106	Grau B	35	240	60 min	41.5 min		
ASTM A 131	Grau A, B, CS, D, DS, E	34	235	58-75	400-520		A5.5 E70XX-X
ASTM A 139	Grau B	35	240	60 min	41.5 min		
ASTM A 381	Grau Y35	35	240	60 min	41.5 min		
ASTM A 500	Grau A	42	290	45 min	31.0 min	SMAW	A5.17 E6VY, E6VYV, E6VYV, E6VYV

Figura 1: A tabela 3.1. Metal Base Pré-qualificado – combinação do metal de adição para resistência correspondente. Fonte: AWS D1.1 [1].

Apenas metal de base e metais de adição relacionados na tabela 3.1 podem ser utilizados em WPS pré-qualificadas. Para metais que não estão listados na tabela 3.1, verifica-se o item 4.2.1 da AWS D1.1 [1].

A Tabela abaixo, Figura 2, relaciona a resistência entre metal de base e o metal de adição [1].

Relações	Metal(is) Base	Resistencia do Metal de Adição, Relação Exigida
Correspondentes	Qualquer aço para si mesmo ou qualquer aço para outro, no mesmo grupo	Qualquer metal de adição listado no mesmo grupo
	Qualquer aço em um grupo para qualquer aço em outro grupo	Qualquer metal de adição listado para cada grupo de tensão. [Os eletrodos de SMAW devem ser classificados como tendo um baixo nível de hidrogênio.]
Não Correspondentes	Qualquer aço para qualquer aço em qualquer grupo	Qualquer metal de adição listado em um grupo de tensão abaixo do grupo de menor tensão. [Os eletrodos de SMAW devem ser classificados como tendo um baixo nível de hidrogênio.]

Figura 2: Tabela de relação de resistência entre o metal de base e o de adição. Fonte: AWS D1.1 [1].

1.4 Combinação metal de base/metal adição

A tabela 3.1 na figura 1, será apresentada de forma fracionada em virtude da restrição de espaço. Nela, permite-se usar, para o aço ASTM A53 grau B, o eletrodo com a especificação AWS 5.1 bem como a classificação AWS E60XX ou AWS E70XX. Será adotado o eletrodo AWS E7018 [6].

A Tabela na Figura 2 relaciona a resistência entre metal de base e o metal de adição. Ela deve ser utilizada em conjunto com a tabela 3.1 para determinar se são necessários metais de adição correspondentes ou não [1].

1.5 Requisitos de temperaturas mínima de pré-aquecimento e interpasse

As temperaturas de pré-aquecimento e interpasse devem ser suficientes para não provocar trincas. Para o aço ASTM A53 grau B, a espessura a ser utilizada é de 1/8" e estando entre 1/8" e 3/4". Conclui-se que não há necessidade de pré-aquecimento [1].

1.6 Limitação de variáveis de WPS

Todas as WPS pré-qualificadas, que são utilizadas devem ser preparadas pelo fabricante ou contratante como WPS pré-qualificada escrita e devem estar disponíveis para quem estiver autorizado a utilizá-las ou examiná-las. A figura 3, apresenta um exemplo de uma WPS preenchida [1].

submerso, ele ilustra todas as variáveis no processo que precisam ser identificadas.

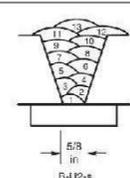
Segue abaixo um exemplo de preenchimento da WPS, que está disponível na AWS D1.1. Apesar do preenchimento ser aplicado ao processo SAW – Submerged a rewelding – soldagem por arco

AWS D1.1/D1.1M:2010 ANEXO N

ESPECIFICAÇÃO DE PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM (WPS) Sim
PRÉ-QUALIFICADA QUALIFICADA POR TESTE
ou REGISTROS DE PROCEDIMENTO DE QUALIFICAÇÃO (PQR) Sim

<p>Nome da Empresa <u>LECO</u></p> <p>Processo(s) de Soldagem <u>SAW</u></p> <p>PQR de Suporte N°(s) <u>Pré/qualificado</u></p> <hr/> <p>PROJETO DE JUNTA USADO</p> <p>Tipo: <u>Topo</u></p> <p>Única <input checked="" type="checkbox"/> Solda Dupla <input type="checkbox"/></p> <p>Reforço. Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/></p> <p>Material de Reforço: <u>ASTM A36</u></p> <p>Abertura de Raiz <u>5/8"</u> Dimensão de Face de Raiz <u>-</u></p> <p>Ângulo de Chanfro. <u>20°</u> Raio (J-U) <u>-</u></p> <p>Goivagem por Trás: Sim <input type="checkbox"/> Não <input checked="" type="checkbox"/> Método <u>-</u></p> <hr/> <p>METAIS BASE</p> <p>Especificação de Material <u>ASTM A36</u></p> <p>Tipo ou Grau <u>-</u></p> <p>Espessura: Chanfro <u>1"</u> Filete <u>-</u></p> <p>Diâmetro (Cano) <u>-</u></p> <hr/> <p>METAIS DE ADIÇÃO</p> <p>Especificação AWS <u>A5.17</u></p> <p>Classificação AWS <u>EM12K</u></p> <hr/> <p>PROTEÇÃO</p> <p>Fluxo <u>860</u> Gás <u>-</u></p> <p>Composição <u>-</u></p> <p>Eletrodo-Fluxo (Classe) <u>F7A12-EM12K</u> Taxa de Fluxo <u>-</u></p> <p>Tamanho do Bocal de Gás <u>-</u></p> <hr/> <p>PRÉ-AQUECIMENTO</p> <p>Temp. Pré-aquecimento, Min. 150° F <u>-</u></p> <p>Temp. de Interpasse, Min. 150° F <u>-</u> Max. 350° F <u>-</u></p>	<p>Identificação # <u>W2081</u></p> <p>Revisão <u>2</u> Data <u>3-1-89</u> Por <u>R. Jones</u></p> <p>Autorizado por <u>C.W. Haye</u> Data <u>-</u></p> <p>Tipo—Manual <input type="checkbox"/> Semi-automático <input type="checkbox"/></p> <p>Mecanizado <input checked="" type="checkbox"/> Automático <input type="checkbox"/></p> <hr/> <p>POSIÇÃO</p> <p>Posição de Chanfro: <u>F</u> Filete: <u>-</u></p> <p>Progressão Vertical: Para Cima <input type="checkbox"/> Para Baixo <input type="checkbox"/></p> <hr/> <p>CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS</p> <p>Modo de Transferência (GMAW) Curto-Circuito <input type="checkbox"/></p> <p>Globular <input type="checkbox"/> Pulverização <input type="checkbox"/></p> <p>Corrente: AC <input type="checkbox"/> DCEP <input checked="" type="checkbox"/> DCEN <input type="checkbox"/> Pulsada <input type="checkbox"/></p> <p>Fonte de Energia: CC <input type="checkbox"/> CV <input type="checkbox"/></p> <p>Outros <u>-</u></p> <p>Eletrodo de Tungstênio (GTAW)</p> <p>Tamanho: <u>-</u></p> <p>Tipo: <u>-</u></p> <hr/> <p>TÉCNICA</p> <p>Passe estreito ou Escamas de Solda: <u>Passe estreito</u></p> <p>Passe Múltiplo ou Único (por lado) <u>Passe Múltiplo</u></p> <p>Número de Eletrodos <u>1</u></p> <p>Espaçamento de Eletrodo Longitudinal <u>-</u></p> <p>Lateral <u>-</u></p> <p>Ângulo <u>-</u></p> <p>Tubo de Contato para Distância de Trabalho <u>1-1/4"</u></p> <p>Martelamento <u>Nenhum</u></p> <p>Limpeza de Interpasse: <u>Escória removida</u></p> <hr/> <p>TRATAMENTO TÉRMICO PÓS-SOLDA</p> <p>Temp. <u>N.D</u></p> <p>Tempo <u>-</u></p>
---	--

PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM

Passe ou Solda Camada(s)	Processo	Metais de Adição		Corrente		Volts	Velocidade de Deslocamento	Detalhes de Junta
		Classe	Diâmetro	Tipo & Polaridade	Amps ou Arame Velocidade de Alimentação			
1-n	SAW	EM12K	5/32"	DC+	45 ipm 550 Amps ±10%	28 V ±7%	16 ipm ±15%	

Formulário N-1 (Frente)

Figura 3: Registro no formulário de especificação de procedimento de soldagem para o processo SAW (Submerged arc welding – Soldagem a arco submerso).
 Fonte: AWS D1.1 [1].

2 Materiais e Métodos

2.1 Ensaios não destrutivos – análise

Nos documentos do contrato de fabricação devem estar designados a especificação e a classificação do metal de base. Para outros metais de base encontram-se na tabela 3.1 página 90 ou tabela 4.9 página 169 da AWS D1.[1].

Foram executados 4 (quatro) ensaios não destrutivos nas juntas soldadas. A saber: Visual, líquido penetrante, partícula magnética e ultrassonografia.

Antes dos ensaios por líquido penetrante, partícula magnética e ultrassom, deve-se realizar o ensaio visual de todas as juntas soldadas. Neste estudo foram inspecionadas 5 (cinco) das juntas soldadas, conforme demonstradas nos registros abaixo.

2.2 Inspeção Visual

2.2.1 Critério de Preparação para ensaio visual

O local onde se realiza a operação de inspeção deve estar limpo, organizado e suficientemente claro, com iluminação artificial ou natural [7], [8] e [9].

Quando se utiliza iluminação artificial, deve-se prever a intensidade adequada para evitar reflexos na superfície, especialmente em materiais reflexivos como alumínio e aço inoxidável. A inspeção visual deve ser feita em três etapas: verificação antes, durante e após o processo de soldagem [1] e [4].

Na junta 1, Figura 4, a escória deve ser removida de todas as soldas finalizadas, a solda e o metal de base adjacente devem ser limpos por escovação ou outros meios adequados [1].

Na junta 2, Figura 5, percebe-se respingos de solda firmemente aderentes que remaneceram após a operação de limpeza e que são aceitáveis, a menos que sua remoção seja requerida [1].

Na junta 3, Figura 6, foram detectados mordedura, respingo de solda e porosidade. Na junta 4, figura 7, foram detectados respingos de solda e inclusão de escoria.



Figura 4: Ensaio visual da Junta 1
Fonte: autor



Figura 5: Ensaio visual da junta 2
Fonte: autor

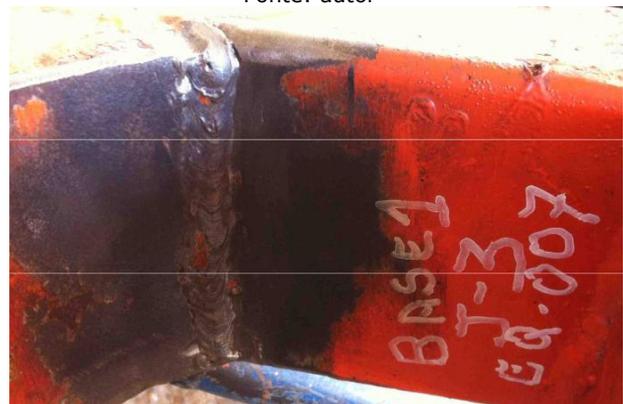


Figura 6: Ensaio visual da junta 3
Fonte: autor



Figura 7: Ensaio visual da junta 4
Fonte: autor



Figura 8: Ensaio visual da junta 5
Fonte: autor

Na junta 5, Figura 8, foram detectados mordeduras, inclusões de escórias e porosidades.

Através destas inspeções foram detectadas as mordeduras como uma das discontinuidades do processo de soldagem. Os respingos de soldas e aberturas de arco também ficaram bastante evidentes na junta soldada. Contudo, estas duas últimas devem ser removidas logo após a conclusão do processo de soldagem.

2.3 Ensaio com Líquido Penetrante

2.3.1 Critério de Preparação para ensaio com líquido penetrante

A figura 9 apresenta a base do guincho onde as juntas devem ser analisadas por LP.

Antes da execução do ensaio a superfície deverá estar isenta de resíduos, sujeiras, óleo, graxa, e qualquer outro contaminante que possa obstruir as possíveis aberturas a serem detectadas [1] e [4].



Figura 9: Visão geral da peça a ser ensaiada
Fonte: Autor

Após a execução da limpeza das 5 (cinco) juntas a serem ensaiadas, elas foram identificadas conforme as Figuras 4, 5, 6, 7 e 8. Que compõem a base apresentada na Figura 9.



Figura 10: Junta 1
Fonte: autor

Na junta 1, Figura 10, após a aplicação do revelador percebe-se que no cordão de solda aparece uma porosidade (PO) que é causada principalmente pelo aprisionamento de gases na poça de fusão que não saíram para a atmosfera. Esta ocorrência está relacionada aos procedimentos de soldagem, onde os gases mais comuns encontrados são: Nitrogênio, Oxigênio e Hidrogênio. Observa-se também inclusão de escoria (ESC) que é provocada, principalmente pela deficiente limpeza prévia na margem da solda.

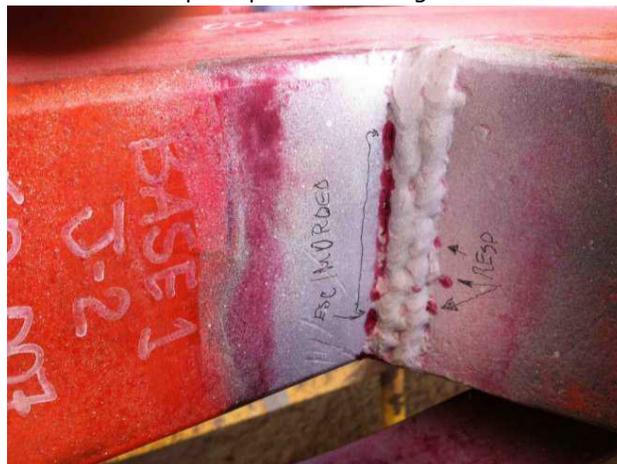


Figura 11: Junta 2
Fonte: autor

Na junta 2, Figura 11, Observa-se a presença de mordeduras (MO) de aproximadamente 2mm de profundidade e respingos de soldas (RESP). Ambas já detectadas no ensaio visual.



Figura 12: Junta 3
Fonte: autor

Na junta 3, Figura 12, detectamos 3 (três) discontinuidades apresentando-se de forma distinta: Mordedura (MO), Respingo de solda (RES) e Porosidade (PO). A mordedura é caracterizada pela fusão da superfície da chapa do metal de base próxima à margem do cordão. Em alguns casos a mordedura pode ser muito perigosa, visto que cria um entalhe na zona de ligação e concentra ainda mais tensão neste local. O respingo de solda foi indicado por uma seta e a porosidade também. Mordedura e respingo de solda já detectadas no ensaio visual.



Figura 13: Junta 4
Fonte: autor

Na junta 4, Figura 13, Observa-se um respingo de solda (RESP) e uma inclusão de escoria (ESC) decorrente de uma limpeza prévia deficiente.

Ambas indicadas na foto e detectadas na inspeção visual.

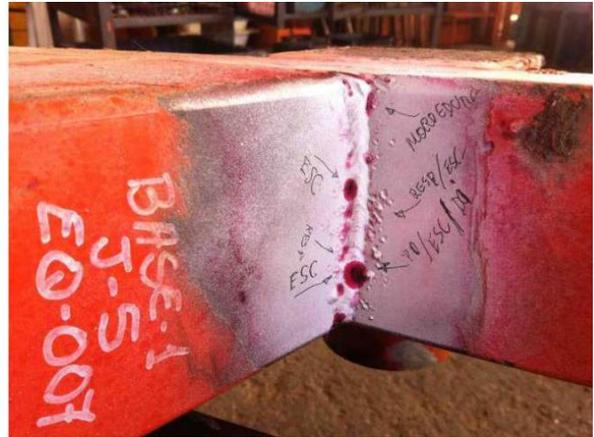


Figura 14: Junta 5
Fonte: autor

Na junta 5, Figura 14, foi a que mais apresentou discontinuidades, tais como: Mordeduras (provocada por corrente elétrica elevada), inclusão de escórias, porosidade e deposição insuficiente. A mordedura e o respingo de solda foram detectadas também na inspeção visual.

2.4 Ensaio com Partícula Magnética

Os ensaios com partículas magnéticas (MT) foram realizados em todas as 5 (cinco) juntas soldadas pelo processo SMAW (shielded Metal Arc Welding – Soldagem com eletrodo revestido) [4].

O equipamento usado para o ensaio por PM detecta discontinuidades superficiais e subsuperficiais de até 3mm de profundidade. A técnica utilizada foi a do Yoke, que consiste na magnetização por indução em campo magnético gerado por um eletroímã em forma de "U" invertido [8], conforme demonstrados nas figuras 15, 16 e 17.



Figura 15: Ensaio com partícula magnética
Fonte: autor



Figura 17: ensaio com partícula magnetica
Fonte: autor



Figura 16: Ensaio com partícula magnética
Fonte: autor

Foram ensaiadas as 5 (cinco) juntas soldadas e em nenhuma delas foi detectada a presença de trincas. A faixa de alcance do equipamento é de até 3 mm sob a superfície.

2.5 Ensaio por Ultrassom

O último ensaio realizado nas juntas foi o de ultrassom (US) [7]. Utilizou-se o modelo FLAW DETECTOR - KFD35 com sonda para detecção de falhas. Cabeçote A n-gular referênciã MWB70N4, MWB60N4 e cabeçote de duplo cristal MSE4H. A espessura da parede da estrutura é de 1/8" (3,175mm).



Figura 18: aparelho de teste por ultrassom
Fonte: autor



Figura 19: Ensaio por ultrassom
Fonte: autor



Figura 20: demonstração no gráfico de como o aparelho detecta a descontinuidade
Fonte: autor

Não foram detectadas descontinuidades com o aparelho de ultrassom, Figura 19. Para ilustrar como a descontinuidade apareceria na tela, usa-se um bloco padrão onde é simulada descontinuidade, figura 20. O resultado aparece no display com um ganho elevado, indicado em linha verde próximo ao centro do display.

Aberturas de arco fora da área de soldas permanentes devem ser evitadas em qualquer metal base. Trincas ou imperfeições causadas por aberturas de arco devem ser retificadas a um contorno suave e verificados para assegurar a estabilidade, segundo os criterios de aceitação AWS D1.1 [1].

3 Resultado e discussões

Após a realização de todos os devidos ensaios, foram notados os diversos defeitos que podem nortear tal procedimento de soldagem executado, caso não seja devidamente feito a identificação das variáveis essenciais na WPS.

A norma AWS D1.1 indica que deve haver fusão completa entre as camadas. Logo, onde foram encontradas as descontinuidades de porosidade, mordedura e inclusão de escoria, estas, são consideradas defeitos. Sendo assim, estas anomalias apresentadas na junta soldada poderá alterar o seu desempenho e eficiência. Assim relatado no item 2 da tabela 6.1 da norma AWS D1.1, [1].

3.1 Critério de aceitação para inspeção visual

Todas as soldas devem ser inspecionadas visualmente e devem ser aceitáveis caso os critérios da Tabela 6.1 da norma AWS D1.1 sejam satisfeitos [1].

No item 2 - Fusão de Metal Base/de Adição, na tabela 6.1 menciona que, para conexões não-tubulares estaticamente carregadas "deve existir fusão completa entre camadas adjacentes de metal de solda e entre metal de solda e metal base" [1]. Neste caso, detectamos várias descontinuidades: Mordeduras, inclusão de escória, porosidade em todas as juntas executadas. Logo, por este critério, as soldas efetuadas nestas juntas estão reprovadas.

Nas juntas 3, 4 e 5 a soma dos tamanhos da mordedura, excede o critério proposto pela norma AWS D1.1 [1], conforme descrito no item 7 abaixo. O que também indica reprovação destas juntas por este critério.

No item 7 - Mordedura, na tabela 6.1 menciona que, para conexões não-tubulares estaticamente carregada s: "Para material com espessura menor que 1 in [25 mm] , a mordedura não deve exceder 1/32 in [1 mm], com a seguinte exceção: A mordedura não deve exceder 2 mm para qualquer comprimento acumulado até 2 in [50 mm] em quaisquer 12 in [300 mm]" [1].

Como a espessura da base é de 1/8" (3,175 mm) usa-se o critério acima. Na junta-3, figura 12, fica evidente a presença de mordedura acima de 2

mm. Na junta-5, figura 14, observamos mordedura acima de 1 mm, na junta-4, figura 13, tem-se mordedura de 3 mm. Logo, em cada junta, por este critério as juntas estão reprovadas.

A soma dos comprimentos das porosidades encontradas também é um critério de reprovação, conforme descrito no item 8 abaixo, da Tabela 6.1 da norma AWS D1.1 [1].

No item 8 - Porosidade, na tabela 6.1 para conexões não-tubulares estaticamente carregadas comenta-se que: "Soldas em chanfro em juntas de topo transversais à direção da tensão de tração computada não devem ter porosidade visível. Para todas as outras soldas em chanfro e para soldas de filete, a soma de porosidade visível de diâmetro de 1/32 in [1 mm] ou maior não deve exceder 3/8 in [10 mm] em qualquer polegada linear de solda e não deve exceder 3/4 in [20 mm] em qualquer comprimento de solda de 12 in [300 mm]" [1].

Foram detectadas porosidade nas juntas: 1, 2, 3 e 5. Com dimensões acima das mencionadas. Logo, elas foram reprovadas.

3.2 Critério de aceitação para ensaio por líquido penetrante

Soldas que são sujeitas a PT (líquido penetrante), além da inspeção visual, devem ser avaliadas com base nos requisitos aplicáveis para inspeção visual. O teste deve ser realizado em conformidade com 6.14.5 o que for aplicável.

"6.14.5 PT. Para detectar discontinuidades abertas na superfície, PT pode ser usado. Os métodos padrão estabelecidos em E 165 da ASTM devem ser usados para inspeção PT, e os padrões de aceitação devem estar em conformidade com a Cláusula 6, Parte C, deste código, o que for aplicável" [1].

"O código não inclui critérios de aceitação para este por líquido penetrante de líquido baseado em sangramento da tinta. Quando PT é usado, a aceitação de qualquer discontinuidade deve ser baseada em uma avaliação visual da discontinuidade após a remoção do meio indicador.

Quando a discontinuidade não pode ser vista (com ampliação, se requerido) depois da remoção do meio indicador, a avaliação deve ser baseada no tamanho e natureza da indicação PT. Observação do penetrante conforme ele sangra irá fornecer

informações úteis a respeito da natureza da "descontinuidade" [1].

Isto demonstra que a avaliação a ser feita após a aplicação do método é visual, avaliando as descontinuidades apresentadas. Evidencia-se em todas as juntas que há descontinuidades severas. Logo, por este critério, as soldas foram reprovadas.

3.3 Critério de aceitação para ensaio de partícula magnética

Soldas que são sujeitas a MT (Partícula Magnética), além da inspeção visual, devem ser avaliadas com base nos requisitos aplicáveis para inspeção visual. O teste deve ser realizado em conformidade com 6.14.4 o que for aplicável. [1].

"6.14.4 MT. Quando MT é usado, o procedimento e técnica devem estar em conformidade com E 709 da ASTM, e o padrão de aceitação deve estar em conformidade com a Cláusula 6 - Parte C (Anexos), deste código, o que for aplicável" [1]

"Os critérios de aceitação MT inclusos no código são baseados no tamanho da descontinuidade real, e não no tamanho da descontinuidade como indicado pelo meio de indicação MT. Quando superfícies de descontinuidade s são reveladas por meios MT, a aceitação deve ser baseada em uma medida direta visual da descontinuidade real. Quando a descontinuidade não pode ser detectada visualmente (com ampliação se requerido) depois da remoção do meio indicador, a avaliação deve ser baseada no tamanho e natureza da indicação MT. Para descontinuidades sub - superfície, a avaliação deve ser baseada no tamanho da indicação de descontinuidade porque a descontinuidade não está acessível.

3.4 Critério de aceitação de ensaio por ultrassom

Os procedimentos e padrões estabelecidos na Parte F da AWS D1.1 [1] devem governar o UT de soldas em chanfro e HAZs entre as espessuras de 5/16 in e 8 in [8 mm e 200 mm], quando tal teste é requerido pelo item 6.14 deste código. Para espessuras menores que 5/16 in [8 mm], ou maiores que 8 in [200 mm], o teste deve ser realizado em conformidade com o Anexo S.

"S12.1 Amplitude. Os critérios de aceitação-rejeição da tabela S.1 devem se aplicar quando amplitude e comprimento são os maiores fatores e dimensão máxima da descontinuidade não for conhecida ou especificada" [1].

"S12.2 Tamanho. Quando a dimensão máxima permissível de descontinuidade (altura, comprimento e profundidade) é conhecida e é especificada pelo Engenheiro, a dimensão real (altura, comprimento e profundidade) devem ser determinadas e reportados. Avaliação final e aceitação/rejeição devem ser do Engenheiro" [1].

4 Conclusões

Algumas descontinuidades foram detectadas nos ensaios realizados nas 5 (cinco) juntas. Em virtude da não realização da WPS, EPS e RQPS que antecede o processo de soldagem, conclui-se que o surgimento de defeitos se tornou bastante evidente. Daí conclui-se a real importância desta etapa no processo de soldagem.

Os defeitos detectados foram: Porosidade, Mordedura, Inclusão de escória e respingo de solda. Estas descontinuidades, que foram evidenciadas através dos ensaios não destrutivos, comprometem a nível de norma a integridade estrutural do equipamento soldado, ou seja, não atendem aos critérios de aceitação da norma AWS D1. 1. [1];

Faz-se necessário assim, haver uma interação para a reparação destas juntas, logo após a conclusão de cada junta. O retrabalho é indesejável, por comprometer a qualidade e produtividade do processo. Sendo assim, é mais eficiente, observar os cuidados e critérios estabelecidos na AWS D1.1 [1], para se realizar os devidos procedimentos visando obter-se uma junta de qualidade estrutural.

Referências

- [1] AWS – AMERICAN WELDING SOCIETY. Código de Soldagem Estrutural – Aço. Tradução de: Structural Welding Code – Steel. AWS D1.1/D1.1M. Miami, FL EUA. 2010 – 22ª Edição.
- [2] MINISTERIO DO TRABALHO E EMPREGO – MTE – NR12: Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos. Out./2013

- [3] MINISTERIO DO TRABALHO E EMPREGO – MTE – NR18 : Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção. Out./2013
- [4] T. Okumura, C. Taniguchi. Engenharia de soldagem e aplicações. Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., Rio de Janeiro, 1982.
- [5] E. Wainer, S. Brandi, F. Mello. Soldagem - processos e metalurgia. Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo – SP. 9ª Reimpressão 2013.
- [6] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM A53/A53M – 12 Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated Welded and Seamless. 2012 – 10ª Edição.
- [7] R. Andreucci. Assessoria e Serviços Técnicos Ltda. Ensaio por Ultrassom. Abendi. Edição: Mai./2014 www.Infosolda.com.br, Jun.2017.
- [8] R. Andreucci. Assessoria e Serviços Técnicos Ltda. Ensaio por Partícula Magnética. Abendi. Edição: Jan./2009 www.Infosolda.com.br, Jun.2017.
- [9] R. Andreucci. Assessoria e Serviços Técnicos Ltda. Ensaio por Líquido Penetrante. Abendi. Edição: Fev./2014 www.Infosolda.com.br, jun.2017.

Evolução da norma ISO 9001: uma análise comparativa

Evolution of ISO 9001 standard: a comparative analyses.

Tarsila Tenório Luna da Silva¹

Ana de Fátima Braga Barbosa¹

¹ Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil,

E-mail do autor principal: Tarsila Tenório Luna da Silva tarsilatls@gmail.com

Resumo

Para garantir um alto nível e se adequar à realidade praticada nas organizações, as normas ISO são periodicamente revisadas. Esse trabalho apresenta a evolução da norma ISO 9001 desde sua publicação inicial até os dias atuais, contextualizando as mudanças de cenários econômicos e de mercado. Esta norma possui requisitos de qualidade e tem como objetivo a unificação de conceitos que facilitam a sistemática de aplicação da Gestão da Qualidade em serviços e processos. Atualmente já existem cinco versões: ISO 9001:1987, a pioneira que surgiu mediante a necessidade de uma norma de qualidade de abrangência mundial, sete anos após esta norma foi revisada nascendo a ISO 9001:1994, a versão ISO 9001:2000 veio com uma nova estrutura e enfoque adequado ao início do novo século, na ISO 9001:2008 houve outra revisão sem grandes alterações. A versão mais recente é a ISO 9001:2015 que, novamente, obteve grandes mudanças com a inclusão do Anexo SL com objetivo de unificar/definir estruturas, requisitos e terminologias de todas suas normas de sistemas de gestão.

Palavras-Chave: normas ISO 9001, qualidade, Gestão da Qualidade.

Abstract

To ensure a high level and adapt to the reality practiced in organizations, ISO standards are periodically reviewed. This work shows the evolution of ISO 9001 standards since their first edition until today, contextualizing changes in economic and marketplace scenery. This standard has qualities requirements for joint concepts to facilitate Quality Management and allows systematic application in service and processes. Five versions were issued since then: ISO 9001:1987, pioneer that emerged by necessity of scope world quality standard, after seven years this standard was reviewed bringing ISO 9001:1994, ISO 9001:2000 version received a new structure and appropriate approach to the beginning of the new century, the ISO 9001:2008 didn't have much changes. ISO 9001:2015 is the modern version with many changes, one of them, concept of Annex SL that has a purpose to join/define structure, requirements and terminology for all management systems standards.

Key-words: ISO 9001 standards, Quality, Quality Management.

1 Introdução

O presente trabalho consiste em uma análise crítica da evolução das normas ISO 9001 para sistemas de gestão da qualidade. Estas normas são continuamente revisadas para garantir a sua adequação às evoluções nas exigências do mercado. A abordagem aplicada a este trabalho buscou analisar criticamente essas mudanças em relação às estruturas, aos enfoques e aos requisitos trazidos pela norma em cada nova versão, bem como, à aplicação dos conceitos: PDCA e kaizen. Adicionalmente, foi considerada a avaliação do cenário econômico do país e da visão do mercado em cada período.

Com a necessidade das empresas em avaliar seus fornecedores foi identificada a inexistência de um conjunto de normas, com objetivo de documentar e controlar sistemas de qualidade, definindo níveis de exigências com evidências objetivas e abrangência mundial. A era da Garantia da Qualidade precisava da normalização de serviços e processos. A família de normas série ISO 9000 veio para suprir esta necessidade. Atualmente, o mercado demonstra maior abertura às organizações que estão em conformidade com as exigências das normas ISO 9001 [1][2][3].

A Tabela 1 apresenta os primeiros autores que estudaram a Qualidade e suas características.

Tabela 1: Pioneiros da qualidade

Autores	Características
Deming	Controle estatístico de processos; foco gerencial; melhoria contínua.
Juran	Controle de processos; estratégia empresarial; não negligenciar oportunidades de melhorias.
Feigenbaum	Controle total da qualidade; estratégia preventiva.
Crosby	Zero defeito; enfoque preventivo.
Ishikawa	Círculo de controle da qualidade; clientes internos; 5S; enfoque sistemático.
Taguchi	Estatística aplicada à qualidade.

Fonte: [1]

Na década de 70 cada país tinha suas normas para a gestão da qualidade. Os EUA passaram a exigir as normas MIL-Q9858A e MIL-145208A para

fornecedores de bens e serviços. Em 1979 a Inglaterra criou a BS575 para sistemas da qualidade, outros campos específicos tais como nuclear, médico, petróleo também criaram suas normas. Então, na década de 80 a ISO - *International Organization for Standardization* - estabeleceu o comitê técnico TC 176 - Garantia da Qualidade que consolidou, em 1987, e publicou os conteúdos adquiridos sobre a nomenclatura **normas ISO 9000**. A palavra ISO vem do grego que significa igual, adotou-se essa nomenclatura para que fosse unificada a todos os países que quisessem aderir [1][3].

As normas série ISO 9000 tratam de sistemas de gerenciamento da qualidade, com objetivo de assegurar qualidade do produto e serviço desde sua concepção, passando pela fabricação, expedição, e pós-venda, tendo como foco redução de desperdícios, melhoria contínua, melhoria na relação cliente-fornecedor e assim, aumentando a produtividade e intensificando os lucros das organizações [2][3].

1.1 Definições da Qualidade

a) O que é Qualidade?

A norma ISO 8402:1987 define a qualidade da seguinte maneira:

“a totalidade de propriedades e características de um produto ou serviço que confere sua habilidade em satisfazer necessidades explícitas ou implícitas” [2].

Atualmente, a ISO 9000:2015 define como:

“grau em que um conjunto de características inerentes de um objeto satisfaz requisitos” [10].

Juran a definiu como adequação ao uso, Deming argumentou que a qualidade só pode ser definida em termos de quem a avalia, Feigenbaum avaliou como sendo o atendimento às expectativas do cliente. Ferreira conceituou que a noção de qualidade que faz o cliente aceitar ou recusar um produto. Ou seja, todos os autores acima colocaram o cliente como detentor da qualidade [1][3][5].

b) O que é Gerenciamento da Qualidade?

Para se ter um gerenciamento da qualidade numa empresa é necessário primeiro definir claramente os objetivos, estabelecendo as normas utilizadas e, assim, definindo um sistema de qualidade [2].

c) O que é ciclo PDCA?

O PDCA “*Plan-Do-Check-Act*” tem uma abordagem cíclica impulsionando a melhoria contínua dos produtos e serviços [4].

A ISO 9001:2008 o define da seguinte maneira:

Plan (planejar): estabelecer os objetivos e processos necessários para gerar resultados de acordo com os requisitos do cliente e com as políticas da organização.

Do (fazer): implementar os processos.

Check (checar): monitorar e medir processos e produtos em relação às políticas, aos objetivos e aos requisitos para o produto e relatar os resultados.

Act (agir): executar ações para promover continuamente a melhoria do desempenho do processo [6].

d) O que é melhoria contínua?

O conceito de melhoria contínua origina-se da palavra japonesa 'kaizen' que tem como lema que tudo é melhorável. É a aplicação constante do ciclo PDCA.

e) O que é ação corretiva e ação preventiva?

Uma ação corretiva é uma ação realizada para corrigir uma anomalia existente.

Uma ação preventiva é uma ação tomada para inibir uma anomalia potencial para que esta não venha a ocorrer [4].

f) O que é rastreabilidade?

Rastreabilidade é quando se documenta um processo a ponto de que se saiba quem, quando e onde foram realizadas todas as etapas do mesmo [2].

g) O que é Manual da Qualidade?

É um documento que contém exemplo de todos os documentos e procedimentos utilizados para o gerenciamento da qualidade [2].

h) O que são auditorias da qualidade?

São auditorias periódicas com o objetivo de identificar oportunidades de melhoria e avaliar o grau de maturidade do negócio em relação ao gerenciamento da qualidade. Seus resultados são entradas para as reuniões de análise crítica pela direção [4].

i) O que são as reuniões de análise crítica?

São reuniões periódicas feitas pela alta direção com objetivo de avaliar a eficácia, suficiência e adequação do sistema de gestão da qualidade, melhorando-o continuamente [6][7].

2 Objetivos principais e específicos

2.1 Objetivo principal

Fornecer uma visão comparativa da evolução das versões das normas ISO 9001.

2.2 Objetivos específicos

- Comparar as estruturas, os enfoques e os requisitos trazidos pela norma em cada nova versão;
- Analisar criticamente o contexto brasileiro em cada época de mudanças na norma;
- Analisar criticamente a visão de mercado em cada época de mudanças na norma;
- Refletir sobre os princípios e ferramentas da norma: kaizen e PDCA.

3 Metodologia

A metodologia aplicada neste trabalho foi a pesquisa bibliográfica dos principais autores e a análise comparativa comentada das versões das normas ISO 9001.

4 Análise Crítica

Ao adotar a família de normas do Sistema de Gestão da Qualidade, normas série ISO 9000, a empresa deve estar comprometida em adequar-se para colher os benefícios da certificação ISO 9001 mediante seus stakeholders (partes interessadas) [2].

Maekawa e seus colaboradores identificaram as principais motivações do empresário brasileiro em adequar-se as normas ISO 9001, como sendo a possibilidade de melhoria na organização interna, maior eficiência produtiva e maior confiabilidade da marca [11].

4.1 Norma ISO 9001:1987

No final da década de 80 o Brasil estava abrindo a economia, a globalização era um fenômeno ainda novo porém crescente, as normas ISO 9000 possuíam aceitação na Comunidade Européia (CE) e no Comitê Europeu de Normas (CEN). Após 1992 para evitar o "ambiente harmonizado" a Associação Europeia de Livre Comércio (EFTA) proibiu a recusa dos órgãos governamentais em comprar de qualquer companhia sócia à CE para evitar abusos econômicos e tecnológicos dos países mais desenvolvidos. Com isso tornava interessantes para países menos desenvolvidos, como o Brasil, aderirem à esta norma [2][3].

Inicialmente, a norma ISO 9001:1987 tinha como enfoque a garantia da qualidade. A exigência primordial para se implantar a norma ISO

<http://dx.doi.org/10.25286/rep.v2i4.718>

9001:1987 era a criação da Política da Qualidade onde a alta gerência (na norma ISO 9001:2015 denominada por alta direção) afirma seu comprometimento em gerenciar o negócio de acordo com esta norma, tendo a responsabilidade de instruir todo o staff em todos os níveis: estratégico, tático e operacional [1][2][8].

Além da Política da Qualidade, a norma ISO 9001:1987 exigia outros documentos, a Figura 1 apresenta o triângulo de documentação da qualidade, que especifica os documentos necessários, e seus respectivos níveis, para adaptar o negócio ao sistema da qualidade ISO 9001[3].

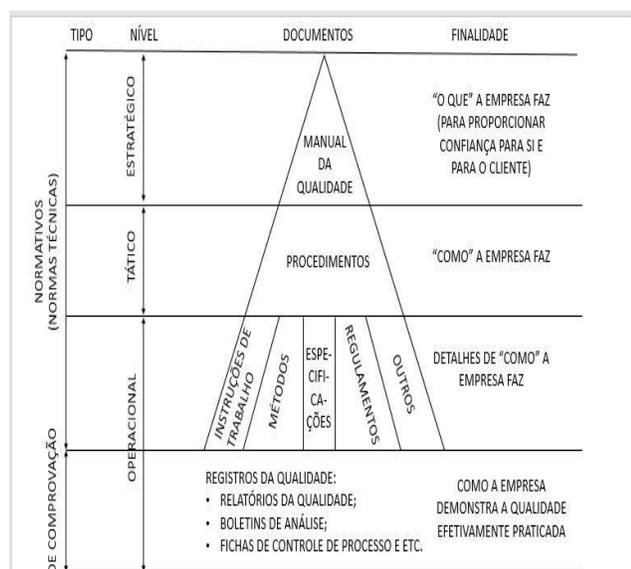


Figura 1 – Triângulo de documentação da qualidade ISO 9001:1987
Fonte: [3]

A família de normas ISO 9000:1987 abrange o conjunto de normas mostrados na Figura 2, sendo as normas ISO 9001, 9002 e 9003 auditáveis e as demais auxiliares no processo de implementação do gerenciamento da qualidade.

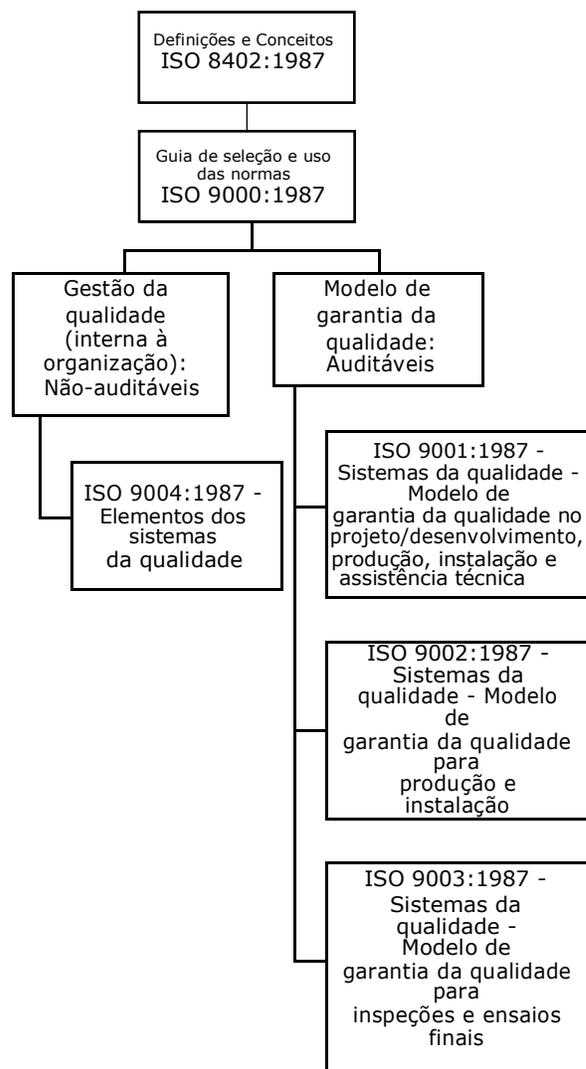


Figura 2: Conjunto de normas série ISO 9000:1987
Fonte: [3].

4.2 Norma ISO 9001:1994

Os requisitos das normas da família ISO 9000:1994 vieram com estrutura semelhante as normas ISO 9000:1987. Mantendo as normas ISO 9001, 9002 e 9003 como auditáveis no mesmo modelo da Figura 2, porém manteve a norma ISO 9001 como principal e alinhou os formatos das normas ISO 9002 e 9003 conforme esta.

Uma das principais mudanças da norma ISO 9001:1994 foi a exigência de procedimentos documentados para a maioria dos elementos da norma, também passou a aceitar meios eletrônicos como forma de controle e emissão de registros da qualidade. Esta norma fortalece e torna obrigatório o item referente a liderança da qualidade total, já existente na norma ISO 9001:1987, exigindo a

determinação de um representante da qualidade com hierarquia executiva.

O enfoque da norma ISO 9001:1994 obteve um caráter preventivo com a criação do requisito ação preventiva, em complemento à norma ISO 9001:1987 que tinha um enfoque reativo, exigindo apenas o requisito ação corretiva que foi mantido.

Outra abrangência dessa norma está na exigência do gerenciamento da qualidade por parte do subfornecedor, a norma anterior transferia esta responsabilidade para o fornecedor. A ISO 9001:1994 tornou possível a auditoria de subfornecedores do negócio auditado, conforme requisitos do contrato estabelecido entre ambos. Houve, também, algumas mudanças de nomenclatura, como a substituição do requisito 4.19 de assistência técnica para serviços associados [1][4].

A norma ISO 9001:1994 veio para complementar a norma ISO 9001:1987, mantendo o enfoque na garantia da qualidade. Nos anos 90 a abertura dos mercados já era um fenômeno latente no Brasil, porém o país ainda enfrentava problemas na economia e inflação elevada. Com o surgimento do Plano Real e a estabilização da economia internacional, a adesão às certificações ISO 9001 no Brasil começaram a ser maiores, conforme Figura 3, esta norma veio para contribuir no aumento da produtividade e qualidade dos seus produtos e processos, certificando internacionalmente e assim facilitando a expansão dos produtos nacionais em outros mercados [1].

Os empresários brasileiros que aderiram à ISO 9001 buscavam reconhecimento internacional, atualização de seu sistema de qualidade, acatar decisões de cúpula no âmbito da corporação e atender exigências contratuais [11].



Figura 3: Evolução da certificação ISO 9001 no Brasil
Fonte: [1].

4.3 Norma ISO 9001:2000

No início do século XXI o Brasil apresentava uma reação favorável da economia devido ao plano Real, alinhado a isso políticas de estímulo ao consumo foram implementadas pelo governo, estes fatores levaram ao aquecimento da economia o que justifica

o crescimento das certificações ISO 9001 no Brasil, conforme mostra a Figura 3.

Com a entrada do novo século e as mudanças tecnológicas latentes, as normas ISO precisaram se adaptar, houve fortes mudanças estruturais na norma com a aplicação do conceito dos 8 princípios da qualidade, mostrados na Tabela 2. Esta mudança estrutural visava obter uma conformidade com a norma ISO 14001 aplicada à gestão ambiental.

Tabela 2: Princípios da qualidade abordados na norma ISO 9001:2000

NBR ISO 9001:2000
Foco no cliente
Liderança
Envolvimento das pessoas
Abordagem por processos
Abordagem sistêmica de gestão
Melhoria contínua
Abordagem de tomada de decisões baseadas em fatos
Relações mutuamente benéficas com fornecedores

Fonte: [1].

A partir da norma ISO 9001:2000 foram canceladas as normas da série ISO 9002 e ISO 9003 passando a ISO 9001 a ser uma só para todos os tipos de negócio. O enfoque aplicado nesta norma passou de garantia para gestão da qualidade, essa nova sistemática aboliu o conceito de que qualidade é feita através de inspeções, a nova ideia central é gerir os processos para evitar erros. O conceito principal passou de controlar para gerir. Neste enfoque a norma ISO 9001:2000 promovia a adoção de um abordagem de processos baseada no uso do PDCA e descrevendo a cadeia de fornecimento conforme mostrado na Figura 4, diferenciando os clientes apenas como interno e externo [1][4][7].

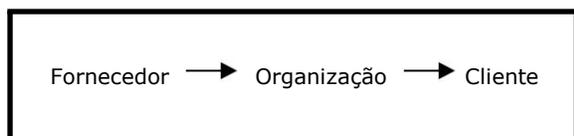


Figura 4: Cadeia de fornecimento
Fonte: [7].

Outro ponto novo na norma ISO 9001:2000 foi a aceitação de itens não-aplicáveis, conforme o negócio em questão, porém isto é válido apenas para os itens da seção 7 - Realização do produto. Essa norma especifica a existência de procedimentos documentados para os seguintes requisitos: controle de documentos, controle de registros, auditoria interna, controle de produto não-conforme, ação corretiva e ação preventiva [1][7].

A satisfação do cliente passou a ser medida; no Brasil, os empresários começaram a sentir a pressão de seus clientes, principalmente externos, pela presença de uma certificação em qualidade, o que também contribuiu para elevar a quantidade de certificações da norma ISO 9001, conforme mostrado na Figura 3. O direcionamento para me-lhoria contínua tornou-se um diferencial da organização e a alta direção não poderia mais deixar a responsabilidade da qualidade apenas para o seu representante [4][11].

4.4 Norma ISO 9001:2008

No ano biênio 2008/2009 ocorreu uma crise econômica mundial, causando instabilidade, que se refletiu também no Brasil. As certificações ISO 9001 diminuíram, conforme mostra a Figura 3.

Os requisitos da norma ISO 9001:2008 vieram com a mesma estrutura da norma ISO 9001:2000, mostrado na Tabela 2. Fortaleceu a abordagem por processos através do uso do PDCA e facilitou a interpretação dos conceitos da norma. Manteve também os 8 princípios da qualidade [1].

Nos requisitos de generalidades houve uma abrangência no conceito produto, antes era apenas aplicado para o produto pretendido ou requerido por um cliente, a ISO 9001:2008 incluiu qualquer resultado pretendido, resultante dos processos de realização do produto. Essa versão manteve a opção de não aplicação de requisitos para itens da seção 7.

Nos quesitos gerais de Sistemas da Qualidade, a norma trouxe a definição de processo terceirizado ampliando o controle do negócio com os processos considerados externos, devendo todos aderirem aos requisitos da seção 7.

No requisito 6.2.1 foi incluída uma nota reforçando a influência das pessoas nas conformidades dos requisitos, para alertar a importância que deve ser

dada à capacitação da mão-de-obra. O requisito 6.4 explicou o termo ambiente de trabalho como sendo as condições sob as quais o trabalho é executado (ruído, umidade, temperatura, iluminação e condições meteorológicas).

No requisito 7.2.1 foi definida as atividades de pós-entrega como sendo ações sob condições de garantia, obrigações contratuais, tais como serviços de manutenção e suplementares, como reciclagem e descarte.

No requisito 7.3.1 foi incluída uma nota onde deixa a critério da organização a forma de registrar os pontos do projeto. No requisito 7.3.3 foi incluída uma nota sobre a preservação do produto. O requisito 7.6 explica melhor como evidenciar o uso de programas de computadores para medição e monitoramento.

No requisito 8.2.1 a nota explica melhor como evidenciar a satisfação do cliente. Em nota no requisito 8.2.3 a norma recomendou que a organização considere o tipo e a extensão de monitoramento ou medição apropriados ao processo devido aos impactos sobre conformidade aos requisitos e eficácia do sistema de gestão da qualidade [6].

Na época desta nova versão, as normas ISO 9001 e a qualidade já eram conhecidas e consolidadas, portanto tornou-se um bom marketing para o negócio ser certificada nesta norma, melhorando a imagem da marca perante seus clientes. No Brasil, além do Sistema de Gestão da Qualidade, sistemas de gestão de segurança e ambiental, tais como a OHSAS 18001 de Saúde e Segurança do Trabalho e a ISO 14001 de Gestão Ambiental que são compatíveis com a norma ISO 9001, passaram a ser exigidas pelos clientes e pelas partes envolvidas. Portanto passou a ser interessante para o empresário aderir a um sistema integrado de gestão, abrangendo estas três normas [11].

4.5 Norma ISO 9001:2015

O conceito da norma ISO 9001:2015 considera o maior nível de instrução e exigência da sociedade, visto que, além dos objetivos já tratados nas normas anteriores, a imagem da empresa perante a sociedade também é um item a ser considerado na gestão da qualidade, e que hoje o contexto de trabalho é mais acelerado, globalizado e tem como principal recurso o conhecimento. O foco em questão não é mais apenas satisfação dos clientes e sim de todas as partes interessadas.

Nesse contexto de parte interessadas, a norma ISO 9001:2015 aborda um pensamento baseado na gestão de riscos, em que a organização deverá identificar quais são as partes interessadas

pertinentes que podem contribuir para a sustentabilidade do seu negócio e assim abrange o requisito de ações preventivas existentes desde a norma ISO 9001:1994. A abordagem por processos e o enfoque na gestão da qualidade são mantidos. A norma eliminou a figura do representante da qualidade/direção, surgindo o papel da liderança em todos os níveis organizacionais, com propósito de direcionar e criar condições para o engajamento de todos nos objetivos da qualidade [8].

A norma ISO 9001:2015, estruturalmente, usou um conceito desenvolvido pela ISO com o objetivo de unificar/definir estruturas, requisitos e terminologias de todas suas normas de gestão, o qual chamou de Anexo SL. Uma estrutura de alto nível conforme mostrado na Tabela 3 [9].

Tabela 3: Estrutura do Anexo SL

Cláusula	Nome	Objetivo/itens
1	Escopo	Estabelecer os resultados desejados do sistema de gestão
2	Referências Normativas	Apresentar as referências normativas utilizadas pela norma
3	Termos e definições	Detalhar termos e definições aplicáveis à norma
4	Contexto da organização	4.1 Compreensão da organização e seu contexto
		4.2 Compreensão das necessidades e expectativas das partes interessadas
		4.3 Determinação do escopo do sistema de gestão
		4.4 O Sistema de Gestão
5	Liderança	5.1 Liderança e Comprometimento
		5.2 Política
		5.3 Papéis organizacionais, responsabilidade e autoridades
6	Planejamento	6.1 Ações para abordar riscos e oportunidades
		6.2 Objetivos do sistema de gestão e planejamento para alcançá-los
7	Suporte	7.1 Recursos
		7.2 Competência
		7.3 Conscientização
		7.4 Comunicação
		7.5 Informações documentadas
8	Operação	8.1 Planejamento e controle operacional
9	Avaliação de desempenho	9.1 Monitoramento, medição, análise e avaliação
		9.2 Auditoria interna
		9.3 Revisão de gestão
10	Melhoria	10.1 Não-conformidades e ações corretivas

A norma ISO 9001:2015 abordou os princípios da qualidade, existentes desde a versão ISO 9001:2000, de uma maneira diferente, conforme mostra a Tabela 4.

Tabela 4: Comparativo entre os princípios da qualidade abordados nas normas ISO 9001

NBR ISO 9001:2000e NBR ISO 9001:2008	NBR ISO 9001:2015
Foco no cliente	Foco no cliente
Liderança	Liderança
Envolvimento das pessoas	Envolvimento das pessoas
Abordagem por processos	Abordagem por processos
Abordagem sistêmica de gestão	-
Melhoria contínua	Melhoria
Abordagem de tomada de decisões baseadas em fatos	Tomada de decisão baseada em evidências
Relações mutuamente benéficas com fornecedores	Gestão das relações

Fonte: [1]

A norma ISO 9000:2015 – Sistema de Gestão da Qualidade – Fundamentos e Vocabulários apresenta justificativa, principais benefícios e ações possíveis, para auxiliar na implementação da norma ISO 9001:2015 [10].

A norma ISO 9001:2015 não estabelece, mandatoriamente, a necessidade de procedimentos documentados e de um manual da qualidade como determinava a norma ISO 9001:1987 com seu triângulo da qualidade, apresentado na Figura 1, substituindo estes pelo termo informação documentada, e assim, deixando a cargo das empresas como proceder quanto às comprovações dos requisitos [8].

Esta nova versão chega ao Brasil em um momento onde uma empresa com certificação ISO 9001:2008, a Samarco, causa um grande prejuízo ambiental ao país, isto alerta ao fato de como essa e outras normas estão sendo implementadas, e amplia a importância de que as auditorias sejam realizadas tendo como foco principal o como as tarefas são feitas e como as lideranças estão agindo na gestão dos processos. Como a imagem da empresa está associada ao

respeito ao meio ambiente e segurança dos trabalhadores, desastres como esses tem efeito negativo sobre a gestão da qualidade [1].

Outros fatores de dificuldade no país hoje são: *impeachment*, instabilidade econômica e retração do Mercado.

A Tabela 5 apresenta e compara as estruturas e requisitos de todas as normas ISO 9001, mostrando a forte evolução desta norma. Nas NBR ISO 9001:1987 e NBR ISO 9001:1994 manteve-se a mesma estrutura, porém foram modificados alguns requisitos. Já as NBR ISO 9001:2000 e NBR ISO 9001:2008 vieram com estrutura e requisitos diferentes das duas primeiras, porém sem modificações entre si. A versão atual, norma NBR ISO 9001:2015, veio repaginada, com estrutura e requisitos, de acordo com o anexo SL, mostrando na Tabela 3.

NBR ISO 9001:1987	NBR ISO 9001:1994	NBR ISO 9001:2000	NBR ISO 9001:2008	NBR ISO 9001:2015
4.1 Responsabilidade da administração	4.1 Responsabilidade da administração	4. Sistema de Gestão da Qualidade	4. Sistema de Gestão da Qualidade	4. Contexto da organização
4.2 Sistema da qualidade	4.2 Sistema da qualidade	5. Responsabilidade da direção	5. Responsabilidade da direção	5. Liderança
4.3 Análise crítica de contrato	4.3 Análise crítica de contrato	6. Gestão de Recursos	6. Gestão de Recursos	6. Planejamento
4.4 Controle de projeto	4.4 Controle de projeto	7. Realização do Produto	7. Realização do Produto	7. Apoio
4.5 Controle de documentos	4.5 Controle de documentos e de dados	8. Medição, Análise e Melhoria	8. Medição, Análise e Melhoria	8. Operação
4.6 Aquisição	4.6 Aquisição			9. Avaliação de desempenho
4.7 Produto fornecido pelo comprador	4.7 Controle de produto fornecido pelo cliente			10. Melhoria
4.8 Identificação e rastreabilidade do produto	4.8 Identificação e rastreabilidade do produto			
4.9 Controle de processo	4.9 Controle de processo			
4.10 Inspeções e ensaios	4.10 Inspeções e ensaios			
4.11 Equipamentos de inspeção, medição e ensaios	4.11 Controle de equipamentos de inspeção, medição e uso			
4.12 Situação de inspeção e ensaios	4.12 Situação de inspeção e ensaios			
4.13 Controle de produto não conforme	4.13 Controle de produto não conforme			
4.14 Ação corretiva	4.14 Ação corretiva e ação preventiva			
4.15 Manuseio, armazenamento, embalagem e expedição	4.15 Manuseio, armazenamento, embalagem, preservação e entrega			
4.16 Registros da qualidade	4.16 Controle e registros da qualidade			
4.17 Auditorias internas da qualidade	4.17 Auditorias internas da qualidade			
4.18 Treinamento	4.18 Treinamento			
4.19 Assistência técnica	4.19 Serviços associados			
4.20 Técnicas estatísticas	4.20 Técnicas estatísticas			

Tabela 5: Comparação entre os requisitos das normas NBR ISO 9001:1987/1994/2000/2008/2015

Fonte: [3][5][6][7][8].

5 Conclusão

As definições de qualidade em geral focaram no cliente como detentor da qualidade final do produto, porém nem sempre todos os desejos deste serão satisfeitos. Fatores como processos de fabricação, custo, tecnologia disponível, materiais, entre outros recursos, são escassos, determinando padrões de produtos disponíveis no mercado. A norma ISO 9001 estabelece um modelo de gestão, baseado principalmente no PDCA e kaizen, a ser seguido pelas empresas possibilitando que seus produtos estejam conforme padrões pré-estabelecidos.

A norma ISO 9001:1987 teve como foco procedimentos e como enfoque a garantia da qualidade; a primeira revisão da norma foi feita em 1994 introduzindo o conceito de ações preventivas; a revisão de 2000 mudou o enfoque, antes tratava-se de garantia da qualidade e mudou para gestão da qualidade, com isso a qualidade não seria mais garantida apenas pela equipe da qualidade mas gerida por ela, e a garantia seria dada por todos. O foco da norma começa a se expandir. Em 2008 a nova revisão fortaleceu a abordagem por processos; a última revisão foi feita em 2015 introduzindo, em toda a norma, um pensamento baseado na gestão de riscos e eliminou a figura do representante da qualidade/direção, com a criação do requisito liderança.

O modelo de gestão trazido na ISO 9001:1987 ajudava a organizar o negócio, através de documentação e determinava quais eram os tipos de documentos necessários, a ISO 9001:1994 manteve estes documentos incluindo a necessidade de se prevenir de que erros ocorridos tornassem a aparecer. A ISO 9001:2000 enxugou a documentação e focou num modelo integrado, pois as normas ISO 14001, para gestão ambiental, já tinham sido criadas, a ISO 9001:2008 ajudou a consolidar os conceitos da versão 2000 e a norma atual, ISO 9001:2015, elimina a ideia de qualidade voltada apenas ao cliente consumidor e amplia a todas as partes interessadas. Abrangendo o conceito de prevenir para que o erro ocorrido seja sanado, para que o erro não venha a ocorrer. Nesse contexto interessa, também, saber qual a percepção que produtos e serviços têm no mercado, quais os benefícios e prováveis impactos negativos. A imagem dos produtos e serviços está diretamente ligada à percepção da sua qualidade.

Estudar a evolução da norma ISO 9001 é estudar a evolução da qualidade. Esta norma, que só começou a ser publicada nos anos 80, consolida o que os autores pioneiros da qualidade (Tabela 1) pregavam e continua se modernizando até a versão atual (ISO 9001:2015), que traz o Anexo SL com objetivo de unificar estruturas, requisitos e terminologia de normas de sistemas de gestão por entender que a qualidade não é apenas um departamento ou mais uma etapa do processo, mas sim que a qualidade é o todo; sendo, assim, aplicada no dia-a-dia, como o objetivo principal.

Referências

- [1] S. Chaves, M. Campello. A qualidade e a evolução das normas série ISO 9000. XIII Simpósio de Excelência na Gestão e Tecnologia, 2016.
- [2] B. Rothery. Tradução: R. C. Loverri; revisão técnica: A. I. Macachero. ISO 9000. Makron Books: São Paulo, 1993.
- [3] M. Maranhão. ISO série 9000: Manual de Implementação/ 2ª edição. Qualitymark Editora: Rio de Janeiro, 1994.
- [4] L. F. S. D. Reis. ISO 9000: auditorias de Sistema da qualidade. Editora Érica: São Paulo, 1995.
- [5] L. E. Sartorelli. Análise Crítica da Implantação da ISO 9001/1994 com alguns Requisitos da ISO 9001:2000 à Luz dos Principais Autores da Qualidade. Trabalho Final de Mestrado Profissional, Universidade Estadual de Campinas, Maio 2003.
- [6] ABNT NBR ISO 9001:2008. Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos. ISBN 978-85-07-01100-2. ISO 2008. ABNT 2008.
- [7] NBR ISO 9001:2000. Sistemas de gestão da qual-idade – Requisitos. ISO 2000.
- [8] ABNT NBR ISO 9001:2015. Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos. ISBN 978-85-07-05801-4. ISO 2015. ABNT 2015.
- [9] Bsigroup, Apresentando o Anexo SL – a nova estrutura de alto nível para todas as normas

de sistema de gestão do futuro: abordando a mudança, www.bsigroup.com/pt-BR, 1/05/2017.

[10] ABNT NBR ISO 9000:2015 – Sistema de Gestão da Qualidade – Fundamentos e Vocabulários. ISO 2015.

[11] R. Maekara, M. M. Carvalho, O. J. Oliveira. Um estudo sobre a certificação ISO 9001 no Brasil: mapeamento de motivações, benefícios e dificuldades. Gest. Prof., São Carlos, v. 20, n. 4, p. 763-779, 2013.

Aplicação das ferramentas da qualidade em uma empresa de serviços de saúde da região metropolitana do Recife-PE

Quality tools placed in a healthcare services company at surrounding area of Recife-PE

Rodrigo Felix da Silva ¹

Ana de Fátima Braga Barbosa ¹

¹ Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil,

E-mail do autor principal: Rodrigo Felix da Silva rodrigo.r.fs@hotmail.com

Resumo

Com o aumento da demanda de terceirização dos serviços na área de saúde, tanto em hospitais quanto em residências, home care (cuidados em casa), as empresas prestadoras de serviços e os consumidores que aderem a estes, ficaram muito mais exigentes no intuito de melhorar os processos e/ou produtos com qualidade, almejando uma satisfação das duas partes. Para que as empresas sobrevivam a este modelo é necessário adotar métodos de qualidade, ou seja, ter uma Gerência da Qualidade Total, usualmente conhecida por Total Quality Management (TQM). Diante disso tudo, surge a necessidade de utilizar um método tendo como base o ciclo PDCA, que significa planejar, fazer, checar e agir na correção dos processos. Desta maneira tem-se uma grande versatilidade para resolução de problemas ou proporcionar melhorias dentro de um ambiente de trabalho, onde a quantidade de informações disponíveis pode ser extremamente grande e o tempo de compartilhamento reduzido. Este artigo foi elaborado com base em um estudo de caso que, com algumas aplicações desta técnica de melhoria, teve como consequência nos processos uma grande satisfação das duas partes. O referido estudo foi realizado em uma empresa que presta serviço na área de saúde, situada na região metropolitana do Recife, e tornou possível solucionar problemas desde a sua causa raiz. A aplicação das principais ferramentas da qualidade, como melhoria nos processos das atividades rotineiras, foi imprescindível para o crescimento da empresa.

Palavras-Chave: Gerência da Qualidade Total; PDCA; Ferramentas da Qualidade; Empresa de serviços.

Abstract

With the increasing demand for outsourcing of health services, both hospitals and homes, home care, service providers and consumers who adhere to them, have become much more demanding in order to develop the processes and / or products with quality, aiming the satisfaction of the two parties. For companies to survive this model it was necessary to adopt quality methods, that is, to have a Total Quality Management, usually known as TQM. Given all this, the need arises to use a method based on the PDCA cycle, which means to plan, do, check and act on the correctness of the processes. This way there is great versatility to solve problems or provide improvements within a workplace where the amount of information available can be extremely large and sharing time is reduced. This article was elaborated on the basis of a case study that, with some applications of this improvement technique, had as a consequence in the processes a great satisfaction of both parties, this study was

held in a company that provides service in the health area, located in the metropolitan area of Recife, and has made it possible to solve problems since its root cause. The application of the main quality tools as an improvement in the processes of routine activities was essential for the growth of the company.

Key-words: Total Quality Management; PDCA; Quality tools; Company services.

1 Introdução

A procura pelo aumento de produtividade e qualidade, produzir mais com menos esforços e reduzindo os custos, tem sido, por longo tempo, um dos principais objetivos das empresas.

Este assunto, por ser de suma importância, vem impulsionando as empresas a buscarem técnicas de qualidade e melhoria nos processos para obtenção de maior velocidade na produção de bens e serviços.

Uma Cooperativa de prestação de serviços na área de saúde especializada nos cuidados em casa, situada na Região Metropolitana do Recife, que se permitiu aplicar o método do TQM em companhia de algumas ferramentas da qualidade, iniciou suas atividades em 1999 e vem se mantendo no mercado pernambucano com profissionais capacitados para atender seus clientes com qualidade e segurança.

Através da análise e verificação dos problemas no setor Departamento Pessoal e Financeiro, percebeu-se que os métodos utilizados para realização de certos tipos de tarefas como: armazenamentos de dados pessoais, procedimentos, processos, informações gerenciais, não eram aplicados de forma adequada. Com isso, fez-se necessário um maior monitoramento e controle dos serviços, tornando complexa a operação para chegar a uma ferramenta que melhorasse todo o controle do setor.

Um dos grandes problemas encontrados pelos profissionais que atuam neste setor foi: lentidão no processo de execução das tarefas e grande quantidade de papéis impressos e arquivados, gerando acúmulo de documentos financeiros e de pessoal.

Muitos perceberam que não existia padronização entre os níveis das atividades, perdia-se muito tempo em consolidar as informações, desde a entrada (inputs) a serem

transformados até a saída (outputs) e dificuldades de controle financeiro mais preciso.

Neste contexto, como proceder para que fosse possível obter um maior monitoramento e controle dos processos e das informações deste setor?

Este trabalho, demonstra através da análise e verificação dos problemas em uma empresa de serviços de saúde, especificamente nos setores Departamento Pessoal e Financeiro, possibilitar melhorias por meio das ferramentas da qualidade. E, com a aplicação do TQM, junto com a ferramenta PDCA obter os resultados esperados e utilizar o Kaizen (melhoria contínua). A Cooperativa de serviços necessitou de um maior monitoramento e controle dos serviços, tornando complexa a operação de chegar a uma ferramenta da qualidade que melhorasse todo o controle do setor.

2 Objetivos

2.1 Geral

Analisar o setor Departamento Pessoal e Financeiro após a aplicação das principais ferramentas da qualidade: Gráfico de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, 5W2H e demonstrar a melhoria nas suas rotinas.

2.2 Específicos

- Mostrar um breve histórico e as teorias das ferramentas da qualidade.
- Detectar problemas no setor Departamento Pessoal e Financeiro.
- Aplicar e executar as ferramentas da qualidade nos problemas apresentados.
- Obter os resultados esperados e utilizar o Kaizen (melhoria contínua).

3 Revisão da Literatura

3.1 Origem da Qualidade

Para saber um pouco de qualidade, é preciso passar pela história e sua evolução, desde o surgimento até os dias de hoje.

O artesão era um especialista que tinha domínio completo de todo o ciclo de produção, desde a concepção do produto até o pós-venda. Nessa época, o cliente estava próximo do artesão, explicitando suas necessidades, as quais o artesão procurava atender, pois sabia que a comercialização de seus produtos dependia muito da reputação do produto final, que, naquele tempo, era comunicada boca a boca pelos clientes [1].

Embora a gestão da qualidade seja um assunto que ganhou grande notoriedade a partir do início da década de 1980, não se trata, contudo, de uma invenção moderna. Podemos narrar a história de muitas e variadas formas. Um grande número de especialistas concorda que o conceito ou a filosofia da essência existe desde há muito, discordando somente quanto ao seu início. Em relação a este ponto os seus argumentos variam, sustentando uns que o conceito existe desde algumas centenas de anos e outros falam em milhares de anos [2].

Conforme fora mencionado por António e Teixeira [2], a natureza tem sua origem datada já a partir do ano de 1200 como mostrado na Figura 1, em que já se praticava a qualidade que teve seu início com Guilds na Europa Medieval, onde eram feitas inspeções nos principais produtos comercializados na época, e com o passar dos anos ela vem se desenvolvendo cada vez mais.

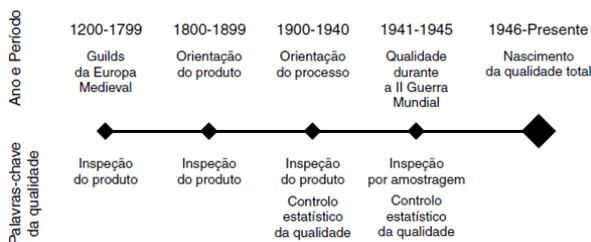


Figura 1: Uma perspectiva do desenvolvimento da qualidade.

Fonte: [2]

3.2 Gerência da Qualidade Total – TQM

A Gerência da Qualidade Total, usualmente conhecida por Total Quality Management (TQM), tem sua origem datada de 1949; nesta época o

Sindicato dos Cientistas e Engenheiros do Japão, formaram uma equipe de pessoas estudiosas, engenheiros e funcionários governamentais com objetivos de melhorar a qualidade e a produtividade pós-guerra. Segundo Moreira [3], TQM é uma filosofia gerencial, isto é, uma forma particular de enxergar uma instituição, para que ela serve e como administrá-la. De uma forma mais completa, TQM é uma filosofia integrada de gerência e um conjunto de práticas que enfatiza a melhoria contínua, a busca pelo entendimento das necessidades do cliente, o pensamento de longo prazo, a eliminação de refugo e retrabalho, envolvimento do trabalhador, trabalho em equipe, novos projetos do processo, benchmarking (busca e adoção das melhores práticas conhecidas de trabalho), análise e solução de problemas pelos empregados, medida de resultados e relacionamento próximo com fornecedores.

O TQM é um método de gestão da qualidade que tem o foco em fazer hoje melhor do que ontem e fazer amanhã melhor que hoje, para a satisfação do cliente interno e externo utilizando os cinco pilares de sobrevivência QCAMS (qualidade, custo, atendimento, moral e segurança), e tendo como base a melhoria contínua, o ciclo PDCA (planejar, fazer, checar e agir). É um método de gestão para alcançar metas de melhoria, sendo uma das ferramentas da qualidade de solução de problemas e melhoria dos processos, juntamente com as principais ferramentas de qualidade, sendo elas: Gráfico de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, 5W2H – what, why, where, when, who, how e how much (o que, por quê, onde, quando, quem, como e quanto): como planos de ação.

Segundo Moreira [3], qualidade é entendida normalmente como um atributo de produtos ou serviços, mas pode referir-se a tudo que é feito pelas pessoas; fala-se na qualidade de um aparelho elétrico, de um carro, do serviço prestado por um hospital, do ensino provido por uma escola, ou trabalho de um funcionário ou departamento.

A noção de administração da qualidade total foi introduzida por Feigenbaum em 1957. Mais recentemente, tem sido desenvolvida por meio de várias abordagens amplamente conhecidas, introduzidas por vários gurus da qualidade, como Deming, Juran, Ishikawa, Tagushi e Crosby [4].

Foi através destes estudiosos que se deu a origem do conceito da Gerência da Qualidade Total, e conforme define Feigenbaum [5], TQM é um

sistema eficaz para integrar as forças de desenvolvimento, manutenção e melhoria da qualidade dos vários grupos de uma organização, permitindo levar a produção e o serviço aos níveis mais econômicos da operação e que atendam plenamente à satisfação do consumidor.

3.3 Ciclo PDCA

Desenvolvido por Shewhart em colaboração com seu companheiro de pesquisas no Laboratório Bell, W. Edwards Deming, em 1930, o Ciclo PDCA foi estruturado a partir de quatro etapas: planejar (*Plan*), executar (*Do*), verificar (*Check*) e atuar (*Act*) e é constituído por questionamentos repetidos dos detalhados processos de uma operação [6].

O ciclo PDCA é um método muito utilizado para atingir e manter metas. Portanto, este ciclo sempre tem que girar no sentido horário mostrando de forma simples a melhoria constante.

A Figura 2, representa do ciclo PDCA, para atingir as metas que proporcionam melhorias nos processos e produtos [7].

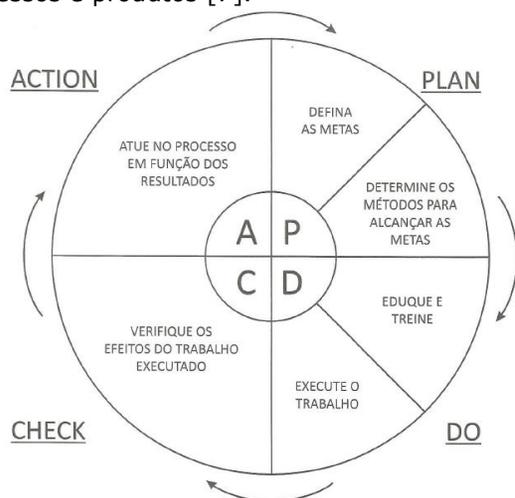


Figura 2: PDCA – Método de Gerenciamento de Processo.

Fonte: [7]

Chaib [8], descreve cada uma das partes do método da seguinte forma:

Plan (Planejar): estabelecer os objetivos e processos necessários para fornecer resultados de acordo com os requisitos do cliente e políticas da organização;

Do (Fazer): implementar os processos;

Check (Checar): monitorar e medir processos e produtos em relação às políticas, aos objetivos e aos requisitos para o produto e relatar os resultados;

Act (Agir): executar ações para promover continuamente a melhoria do desempenho do processo.

3.4 Ferramentas da Qualidade

A qualidade, como significado amplo, é buscada por todos os indivíduos; estes, ao adquirirem um bem ou serviço, acreditam que estão comprando algo com qualidade, que atenda todas as suas necessidades. Na área organizacional busca-se a satisfação dos clientes e isso só acontece quando se produz com qualidade. Empresas que buscam a excelência no seu ramo de atuação constantemente utilizam técnicas de qualidade, aperfeiçoando os seus processos, reduzindo os desperdícios e buscando a melhoria contínua, tendo como resultado um produto eficiente e sustentável [9].

3.4.1 Diagrama de Causa e Efeito

Os diagramas de causa-efeito são um método, particularmente, efetivo de ajuda para pesquisar as raízes de problemas. Eles fazem isso perguntando as mesmas questões: "o que", "onde", "como" e "por que", mas desta vez acrescentando algumas respostas possíveis de forma explícita. Eles também podem ser usados para identificar áreas em que são necessários mais dados. Os diagramas de causa-efeito (também são conhecidos como diagramas de espinha de peixe ou diagramas Ishikawa) tornaram-se extensivamente usados em programas de melhoramentos [5].

O Diagrama de causa e efeito, também chamado de 6M, é utilizado para definir o problema, que é desenhado por uma seta e na extremidade contém o problema em questão, que no caso é o efeito e está ligado por seis setas representadas por fatores básicos das causas: mão de obra, método, máquina, meio ambiente, medição e material. Para analisar mais a fundo e descobrir a origem das causas é feito um brainstorming (tempestade de ideias), coletando informações para possibilitar as soluções para o problema. A Figura 3 mostra de forma geral o problema e suas causas.

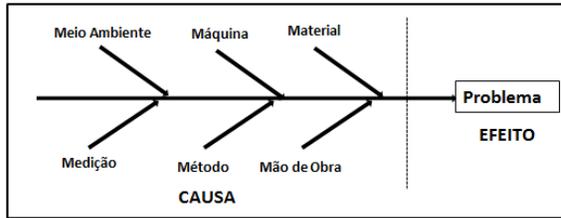


Figura 3: Diagrama de Ishikawa/Causa e Efeito/Espinha de Peixe.

Fonte: adaptado pelo autor do [5]

3.4.2 Plano de Ação

Após a montagem do diagrama de causa e efeito e identificação dos possíveis problemas, neste caso deve-se realizar um plano de ação, usando a metodologia elaborada por planilhas o 5W2H – (*what, why, where, when, who, how, how much*): “o que”, “quem”, “quando”, “onde”, “quanto”, “por quê”, “como”. Com as seguintes informações: o que será feito, por que será feito, onde será feito, quando será feito, por quem será feito, quando será feito, como será feito, quanto custará fazer.

A ferramenta 5W2H foi criada por profissionais da indústria automobilística do Japão como uma ferramenta auxiliar na utilização do PDCA, principalmente na fase de planejamento. Polacinski descreve que a ferramenta consiste num plano de ação para atividades pré-estabelecidas que precisem ser desenvolvidas com a maior clareza possível, além de funcionar como um mapeamento dessas atividades. O autor continua discorrendo e ressalta que o objetivo central da ferramenta 5W2H é responder a sete questões e organizá-las [10].

• Procedimentos operacionais

O procedimento descreve o passo a passo de como devem ser executadas certas tarefas rotineiras de uma forma padronizada. Isso proporciona um efeito que todos os produtos ou serviços sejam iguais.

De acordo com Falconi [11], é preciso definir o nível de controle que precisa ter e os métodos ou procedimentos a serem adotados por todos da organização com o intuito de melhorar o fluxo do trabalho, estabelecendo assim, um planejamento de qualidade.

4 Metodologia

Foi feito uma revisão bibliográfica com elementos extraídos da obra dos autores

mencionados, baseando-se nos conhecimentos dos teóricos selecionados.

O estudo foi realizado em uma cooperativa prestadora de serviços médicos e áreas afins, com o objetivo de solucionar alguns problemas no setor de Departamento Pessoal e Faturamento. A empresa está localizada na Região Metropolitana do Recife onde presta serviços em domicílios e hospitais.

Através da análise e verificação dos problemas diante dos setores foi aplicado o TQM de início, junto com as ferramentas da qualidade, possibilitando melhorias.

Foram utilizadas as seguintes ferramentas da qualidade: brainstorming, gráfico de Pareto, diagrama de causa e efeito e 5W2H.

5 Resultados e Discussões

A empresa de pequeno porte que atua desde 1999 no mercado de serviços de saúde, com o passar dos anos teve um crescimento no faturamento e no número de colaboradores que atuam externamente. Na Figura 4 foram demonstrados estes dados de um dos contratos existente e com estas informações começaram também a surgir alguns problemas, em agosto de 2016 houve uma grande necessidade de aplicação do TQM, juntamente com algumas ferramentas da qualidade para identificar problemas e obter soluções.

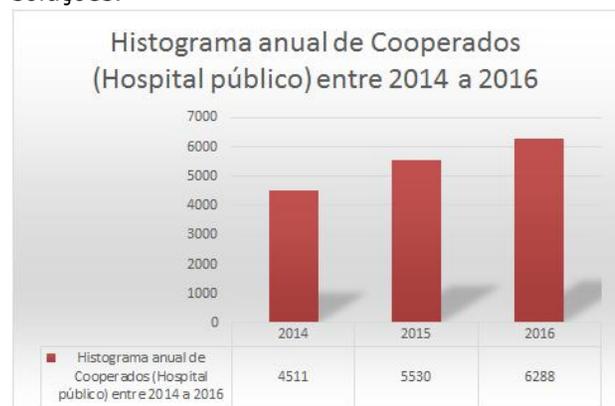


Figura 4: Acompanhamento do histograma acumulado anual

Fonte: autor

Primeiramente foram identificados vários problemas dentro do setor com a aplicação do diagrama de Pareto, onde 80% das consequências vem de 20% das causas. Para isto, foi verificado uma lista de ocorrências com os problemas

<http://dx.doi.org/10.25286/rep.v2i4.750>

apresentados conforme a Figura 5.

Razões	Número de ocorrências	% Unitário
Demonstrativos de produtividades errados	18	38%
Soma das folhas de frequência erradas	15	31%
Duplos demonstrativos de produtividade	11	23%
O não recolhimento das folhas de frequências	4	8%
Total	48	100%

Figura 5: Lista de ocorrência no setor

Fonte: autor

As razões organizadas em uma tabela, com os seus respectivos percentuais calculados, tornaram possível visualizar e sequenciar as ocorrências, priorizando as de maior percentual.

Com os dados apresentados na Figura 5, foi possível construir o gráfico de Pareto, recurso utilizado para ordenar as suas causas de perdas que devem ser resolvidas. Sendo assim, na Figura 6, apresenta-se de forma mais clara e auxiliando na identificação dos problemas, priorizando-os para que sejam resolvidos de acordo com seu grau de relevância.

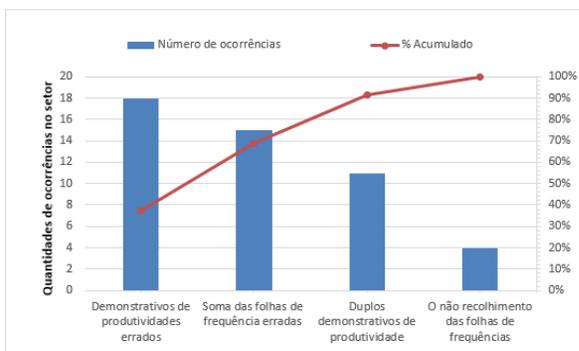


Figura 6: Diagrama de Pareto para solução dos problemas mais críticos

Fonte: autor

Como mostrado na Figura 6, ficou bem mais visível identificar as causas ou problemas, possibilitando a concentração de esforços, e para saná-las foi feito um *brainstorming* com os colaboradores internos colocando as suas ideias referentes ao setor, com isso foi elaborado o

diagrama de causa e efeito conforme a Figura 7.

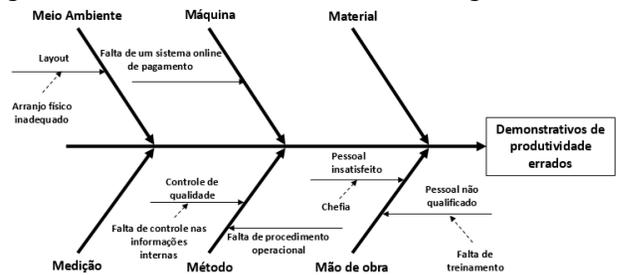


Figura 7: Diagrama de causa e efeito dos demonstrativos de produtividades errados

Fonte: Adaptado de [5]

Foram identificadas, como apresentado na Figura 4, as possíveis causas: mão de obra não qualificada, assim como a falta de treinamento, ocasionando a má organização; colaboradores insatisfeitos devido à chefia rígida e resistente a mudanças, provocando assim uma certa instabilidade emocional em alguns colaboradores que se sentiam pressionados e desvalorizados; o método de trabalho utilizado, a falta de mapeamento dos processos, levando a uma não padronização de tarefas e a falta de controle na qualidade das informações; o ambiente organizacional, a falta de organização no *layout* do setor; e no que concerne a máquinas, o sistema informacional e os computadores utilizados estavam obsoletos.

Com esta análise do diagrama de causa e efeito, foi elaborado um plano de ação para corrigir as causas e sanar o problema, neste caso usando a ferramenta da planilha e com as informações colocadas no 5W2H – (*what, why, where, when, who, how, how much*): “o que”, “por quê”, “onde”, “quando”, “quem”, “como”, “quanto”. A planilha se encontra no Apêndice 1, com as seguintes informações: o que será feito, por que será feito, onde será feito, quando será feito, por quem será feito, quando será feito, por quem será feito, como será feito, quanto custará fazer.

A primeira causa foi: pessoal não qualificado. Devido a isto, existiam erros grosseiros, e até alguns graves, como: efetuava-se pagamentos trocados, por exemplo, cooperado de nome A recebia o pagamento do cooperado de nome B, que eram feitos via cheque, visto que apresentavam mesmo nome e sobrenome e isso gerava um desgaste interno e externo, havendo casos de se pagar duas vezes a mesma pessoa e, na maioria das vezes, não eram feitas anotações ou

treinamentos para o não acontecimento futuro dos mesmos erros.

Para resolver esta questão foi realizada uma reunião com os colaboradores apresentando-lhes estas dificuldades e, como solução, foram feitos treinamentos semanais para que as informações fossem passadas a todos os colaboradores do setor, para haver um entendimento melhor entre eles, fazendo boas práticas e tornando-os capacitados.

Os treinamentos realizados foram:

- Segurança da informação: está diretamente relacionada com proteção de um conjunto de informações, no sentido de preservar o valor que possuem para um indivíduo ou uma organização.
- O poder do hábito: fazer com os outros, o que desejamos que nos façam. Onde foram abordados os comportamentos, atitudes e relacionamentos.
- Motivação e influência: entende-se que a motivação é uma força ou impulso interior, podendo ser intrínseca, ou seja, vem de dentro para fora do ser humano e extrínseca que surge de fatores externos do dia-a-dia de dentro de uma organização.
- Custos: foi abordado os tipos de custos (fixo, variável, direto, indireto, custo de oportunidade e despesa), já que as atividades rotineiras são do setor Financeiro e Departamento Pessoal.
- Clima organizacional: Pesquisa realizada com três segmentos na empresa de serviços de saúde - com a finalidade de elaborar um plano de ação para que possamos identificar as anomalias e eliminá-las.
- Gerenciamento de tempo: para garantir que as atividades rotineiras terminem no prazo desejado, portanto fora do prazo pode gerar insatisfação dos clientes internos e externos, podendo assim aumentar os custos e a tensão da equipe.

Sendo assim foi colocado um pequeno quadro branco dentro do setor, para realizar pequenos treinamentos rápidos, conforme a Figura 8.

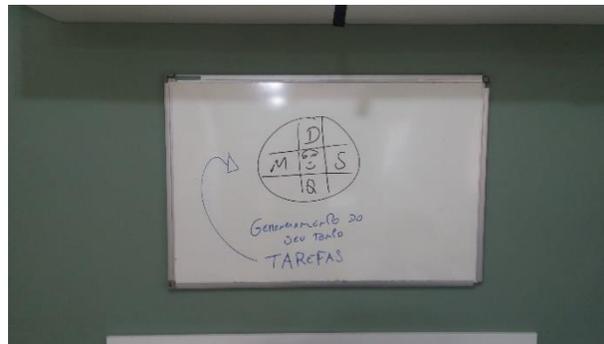


Figura 8: Quadro de treinamento no setor

Fonte: autor

A segunda causa, que se refere ao pessoal insatisfeito, tem como principal motivo a chefia, com exigências bastante elevadas, a mesma também fazia muita pressão sobre colaboradores devido a erros nas atividades realizadas por eles. Alguns funcionários tendo uma maior sensibilidade, não aguentavam tanta pressão do chefe, e quando erravam ocultavam os erros para não receberem reclamações.

Para sanar esta causa foi feita uma pesquisa de clima organizacional para saber o grau de satisfação dos colaboradores e, com os resultados ter uma melhoria e um bom relacionamento interpessoal.

A terceira causa, relacionada à inexistência de procedimento operacional ou um fluxograma mostrando passo a passo como executar as tarefas, impossibilitava a execução das atividades de forma completa e eficiente.

A solução foi elaborar um procedimento de operação das atividades junto com os colaboradores para que as tarefas realizadas seguissem um único padrão, caso algum colaborador esquecesse de como executar, poderia recorrer ao procedimento ou passo a passo, evitando-se tarefas mal executadas ou incompletas.

A quarta causa, referente falta de controle de qualidade das informações do setor, as informações externas que eram recebidas não eram registradas, e no momento que se fazia necessária a utilização das mesmas o acesso a elas se tornava bastante complicado e demorado.

Para sanar esta causa foi implantada uma rotina de procedimento de trabalho, de como seria feita cada atividade, tendo um maior cuidado para não sair erradamente do setor, fazendo treinando com o pessoal, unificando informações em uma mesma

plataforma de trabalho para ter uma visualização macro, facilitando assim as tomadas de decisão e, se houver erros, corrigir na hora, antes que as informações saiam do setor erroneamente. Tendo esse controle de conferência, verificação e indicadores, a qualidade das informações teve um grande ganho ao saírem do setor corretamente, e um dos treinamentos com os colaboradores serviu para passar a seguinte informação, onde foram dados os pesos aos erros, sendo: erros internos no setor é igual a: $10^0 = 1$, quando parte do setor para o outro setor é igual a: $10^1 = 10$ e quando parte para o cliente externo seria: $10^{10} = 100$ onde envolve transtorno das partes, que um erro final vale cem vezes mais.

Na causa cinco do diagrama, que se refere a falta de um *layout* adequado, foram tomadas as seguintes ações corretivas: uma simples mudança de tirar uma mesa do setor e obter um espaço a mais, além de mudar o posicionamento dos colaboradores, gerou um ganho de produtividade.

A sexta causa: a falta de um sistema de pagamento online. A correção foi a implementação de um sistema do banco que realizasse múltiplos pagamentos ao mesmo tempo e isso teve um ganho grande na redução de tempo e na elaboração dos demonstrativos, evitou-se que os cooperados fossem na empresa receber em cheque ou até depósito. Anteriormente os pagamentos levavam 48 horas para serem creditados na conta, com a opção pelo método online os erros foram minimizados e o tempo de recebimento reduzido para 30 a 45 minutos.

Com as devidas causas mencionadas anteriormente, cada uma tendo suas ações e corrigindo-as, com o passar dos meses, foram analisados que os erros foram diminuindo como mostrado no Gráfico 1, onde apresenta informações que foram coletadas dentro do setor, entre os meses de outubro de 2016 a junho de 2017.

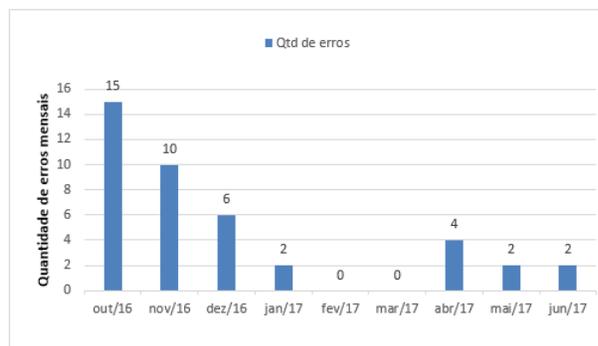


Gráfico 1: Quantidade erros mensais após implantar o controle de qualidade

Fonte: autor

Foi identificada a necessidade de colocar um quadro de Gestão à Vista, para que os principais itens de controle estivessem de fácil acesso para toda equipe do setor, seja através de dados, metas, cronogramas das atividades rotineiras, indicadores. Isso permitiu uma rápida e fácil visualização das informações, como mostra a Figura 9.

6 Conclusões

Este trabalho apresentou alguns conceitos da Gerência da Qualidade Total juntamente com as suas principais ferramentas.

Alguns dos conceitos foram aplicados em uma empresa que presta serviços na área de saúde, com a finalidade de sanar as principais falhas nos processos rotineiros, objetivando, assim, alcançar uma maior eficiência e eficácia no seu desempenho

Com o crescimento da demanda por colaboradores e uma grande rotatividade destes, percebeu-se que era necessário uma maior conferência e controle das informações utilizadas e das atividades realizadas dentro do setor Financeiro e Departamento Pessoal para uma maior eficiência dos serviços prestados.

Através das análises realizadas, foi possível perceber que ao passar dos meses os colaboradores internos precisavam de treinamento para que as atividades fossem executadas de forma padronizada por eles, seguindo um fluxo pré-determinado.

Viu-se que o TQM junto com as ferramentas da qualidade, não só aplica-se nas indústrias como também pode implementar e aplicar em qualquer empresa, inclusive de serviços, tendo como foco, a

melhoria contínua, ou seja, fazer hoje melhor do ontem e fazer amanhã melhor do que hoje.

Referências

- [1] CARVALHO, M. M.; PALADINE, E. P. Gestão da Qualidade: Teoria e Casos. 2. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.
- [2] ANTÓNIO, N. S; TEIXEIRA, A.; ROSA, Á. Gestão da Qualidade – de Deming ao Modelo de Excelência da EFQM. 2. Ed. Lisboa: Sílabo, Lda , 2016.
- [3] MOREIRA, D. A. Administração de produção e operações. 2. ed. ver. e ampl. São Paulo: Cengage Learning, 2009.
-] SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da produção. 2. ed. – 10. reimpr. São Paulo: Atlas, 2009.
- FEIGENBAUM, A. V. Total quality control. Mc Graw-Hill, 1986.
- [6] FERREIRA, R.R. O *Kaizen* como sistema de melhoria contínua dos processos: um estudo de caso na Mercedes Benz do Brasil LTDA planta juiz de fora. 2009. Monografia (curso de Secretariado Executivo Trilíngüe) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 2009.
- [7] CAMPOS, V. F. Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004.
- [8] CHAIB, E.B.D. Proposta para implementação de sistema de gestão integrada de meio ambiente, saúde e segurança do trabalho em empresas de pequeno e médio porte: um estudo de caso da indústria metal-mecânica. Tese de Doutorado. COPPE/UFRJ, 2005. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/eneq_ep2009_tn_stp_091_621_14011.pdf> Acesso em: 29 de maio 2017.
- [9] LUCIETTO, D.; COSMA M. A.; ZANANDREA G.; CRUZ M. R. 4º Simpósio Científico FTSG. Ferramentas da qualidade - Resumo. Disponível em: <<http://ojs.ftsq.edu.br/index.php/simpósio/article/view/21>> Acesso em: 29 de maio 2017.
- [10] POLACINSKI et al. Gestão da qualidade: aplicação da ferramenta 5w2h como plano de ação para projeto de abertura de uma empresa. Disponível em: <http://www.fahor.com.br/publicacoes/sief/2013/gestao_de_qualidade.pdf> Acesso em 30 de maio 2017.
- [11] FALCONI, Vicente. Qualidade: gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia. 3. Ed. Rio de Janeiro: Bloch, 1994.

Plano de Ação



6 0
Realizado Não Realizado

PLANO DE AÇÃO - MODELO 5W 2H

ÁREA:	FATURAMENTO/DEPARTAMENTO PESSOAL	RESPONSÁVEL:	Rodrigo Felix	Priorização
DATA DA ATUALIZAÇÃO:	29/08/2016	Nº SEQUENCIAL DO PROJETO:	1/1	HORA:
				Muito prioritário

Plano 1:	DEMONSTRATIVOS DE PRODUTIVIDADE ERRADOS							08:00h	
Ações	WHAT (O que será feito)	WHO (Por Quem)	WHEN (Quando será feito)		WHERE (Onde será feito)	WHY (Justificativa)	HOW (Como)	HOW MUCH (Quanto custou)	Status
			Início	Prazo de Término					
Pessoal não qualificado	Treinar e capacitar o pessoal	Rodrigo	26/09/2016	Sem término	No auditório da empresa	Para evitar os erros que acontecem com o pagamento final dos cooperados e não se gerar constrangimentos entre as partes.	Toda semana preparar o treinamento de aproximadamente 30 minutos de como evitar estes tipos de erros.	R\$ 0,00	Realizado
Pessoal Insatisfeito	Preparar uma pesquisa de clima organizacional	Rodrigo/Joanna	25/08/2016	30/08/2016	No setor de Faturamento/Departamento Pessoal	Para conhecer melhor os colaboradores e saber como está o grau de satisfação dos clientes internos.	Será enviado o e-mail para cada um dos colaboradores responderem e preencherem o formulário.	R\$ 0,00	Realizado
Falta de procedimento operacional	Solicitar aos colaboradores para descrever suas atividades	Rodrigo	19/09/2016	30/09/2016	No setor de Faturamento/Departamento Pessoal	Conhecer todas as atividades do pessoal e elaborar fluxogramas e procedimentos padrão.	Preparar uma lista de atividades e descrevê-las, fazendo um passo a passo de todas elas.	R\$ 0,00	Realizado
Controle de qualidade	Verificar e Controlar todas as informações e atividades dentro do setor	Rodrigo	03/10/2016	Sem término	No setor de Faturamento/Departamento Pessoal	Ter um maior controle das informações que entram, as que se transformam e as que saem.	Através das ferramentas: Excel, da qualidade e de materias do tipo pastas plasticas, suspensa e papel contato.	R\$ 150,00	Realizado
Layout inadequado	Mudar o posicionamento do layout	Rodrigo	01/06/2017	02/06/2017	No setor de Faturamento/Departamento Pessoal	Para ter uma maior movimentação entre os colaboradores e se ter um conforto dentro do setor, por ser uma sala pequena pela quantidade de pessoas existente.	Tiramos a medida dos moveis e armarios e retiramos uma mesa do setor.	R\$ 0,00	Realizado
Falta de sistema de pagamento	Implantar um sistema de pagamento	Rodrigo/Marcos	05/09/2016	26/09/2016	No setor de Faturamento/Departamento Pessoal	Por ter um aumento de cooperados na empresa, houve uma necessidade de ter um sistema de pagamento mais robusto que pudesse fazer múltiplos pagamentos na mesma hora.	Foi feita uma reunião com o gerente da conta da empresa para implantar o sistema de pagamentos.	R\$ 0,00	Realizado

Fonte: autor

Processamento de Áudio em Microcontroladores Simples

Title: Audio Processing With Simple Microcontrollers

Adilson Cavalcanti ¹  <http://orcid.org/0000-0002-0800-1716>

Sérgio Campello Oliveira ¹  <http://orcid.org/0000-0003-1058-1139>

¹ Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil,

E-mail do autor principal: Adilson Cavalcanti adilsonchacon@gmail.com

Resumo

Este artigo descreve o desenvolvimento de dispositivo eletrônico capaz de realizar processamento de áudio em hardware utilizando microcontroladores de baixo custo. São descritos hardwares para a captação e amplificação de áudio. Demonstra como o microcontrolador deve receber os sinais de áudio, como deve processá-los e como deve fornecer os dados de saída. O sinal processado foi enviado através da saída PWM para o amplificador e ao alto falante. Para comprovar o adequado processamento e a inteligibilidade dos áudios processados, testes com voluntários foram realizados. Os testes demonstraram 100% de inteligibilidade, comprovando a eficácia do método utilizado.

Palavras-Chave: Processamento; áudio; amplificador; microcontrolador; pwm.

Abstract

This paper describes the development of an electronic devices that process audio by hardware using low costs microcontrollers. Describe hardware for audio capitation and amplification. Shows hardware with audio capture and amplification. Demonstrates how a microcontroller should receive the sounds signals, how to process them and how to supply the output data. The processed signal was sent through the PWM output to the amplifier and the speaker. To prove the correct processing and intelligibility of the audio, tests with volunteers were performed. The tests showed 100% of intelligibility, proving the efficacy of the method used.

Key-words: Processing; audio; amplifier; microcontroller; pwm.

1 Introdução

Este artigo descreve como processar áudio em um sistema embarcado. São descritas a captação da onda sonora de um ambiente, sua transformação em sinais elétricos, conversão analógico-digital com uso de um microcontrolador simples, como o microcontrolador processa os dados digitais e como consegue entregar o resultado ao alto falante com o máximo de qualidade.

Alguns desafios apareceram durante a implementação. Dentre eles podemos destacar o fato que o microcontrolador utilizado não trabalha com números negativos e uma onda de som contem valores positivos e negativos. Logo o amplificador para o microfone deve elevar toda a amplitude da onda sonora para valores positivos.

Mesmo com a limitação de processamento do microcontrolador, teve-se o cuidado em ter o mínimo de perda de qualidade das ondas sonoras ao remonta-la após o processamento interno do microcontrolador.

Ao terminar a leitura desse artigo os(as) leitores(as) terão o conhecimento básico para implementar qualquer dispositivo eletrônico de áudio, como gravadores de som e rádios comunicadores, utilizando microcontroladores.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 PWM

PWM (Pulse Width Modulation), ou modulação por largura de pulso, é uma onda quadrada de amplitude máxima constante e frequência variável, cuja tensão média substitui uma tensão contínua. A tensão média varia em função do tempo em que a onda fica em nível alto (VCC) e do tempo em que a onda fica em nível baixo (0V). A relação entre o tempo em que a onda fica em nível alto e o período total é chamado de Duty Cycle. Por exemplo, uma tensão de 5V e um Duty Cycle de 50% tem o mesmo efeito que uma função contínua de 2,5V [1], como mostra a Figura 1.

Para o PWM representar uma frequência específica é necessário um número limitado de combinações de Duty Cycle que chamamos de resolução. Por exemplo, se a resolução máxima do microcontrolador for de 10 bits, são necessários 1024 passos para representar o Duty Cycle. Lembrando que o Duty Cycle é dado em porcentagem (0% a 100%), assim para uma resolução de 10 bits teremos o valor 0 como 0% e 1023 para 100%.

2.2 Desenvolvimentos Semelhantes

R. Copîndean, R. Holonec e F Drăgan [2] desenvolveram um sistema de captura e processamento de áudio.

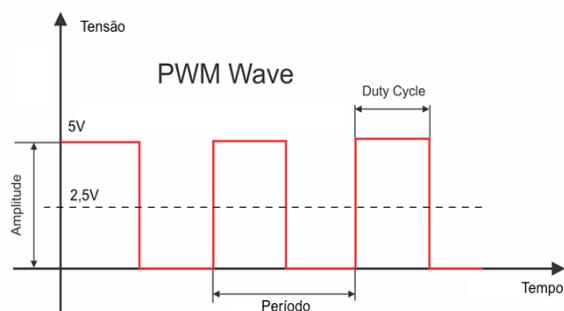


Figura 1: Exemplo de PWM. Fonte: Internet.

Por microcontrolador. O sistema capta o áudio através de um microfone, em seguida envia o sinal para um pré-amplificador e depois entrega os dados ao microcontrolador pela entrada analógica. O sistema usa, ainda, um segundo dispositivo de entrada para fazer a mixagem com outro dispositivo através de um circuito somador. O microcontrolador utilizado em [2] foi um ATmega 328 [3], que possui processador de 8 bits e clock de 20MHz.

S. Vinod [4] desenvolveu um sistema de gravador som. As frequências de áudio capturadas pelo microfone, passadas para a entrada analógica do microcontrolador e salva em um cartão de memória. E depois foi possível ouvir o áudio gravado. Para esse projeto foi usado um microcontrolador PIC 16F877A [5] que possui processador de 8 bits e clock máximo de 20MHz.

L. Bengtsson [6] desenvolveu um circuito para melhorar a qualidade do som tanto para entrada como para saída eliminando ruídos. Para esse projeto foi usado um microcontrolador PIC 18F458 [7] que possui processador de 8 bits e clock máximo de 40MHz.

O microcontrolador utilizado neste trabalho foi o PIC 18F4550 [8], que possui processador de 8 bits e clock máximo de 48MHz.

2.3 Conversão Analógico-Digital

Os conversores Analógicos-Digitais são capazes de converter tensões analógica em valores digitais [9]. Para o microcontrolador PIC 18F4550 a conversão Analógico-Digital tem resolução de 10 bits e o ciclo é formado pelo tempo de aquisição, o tempo de conversão de cada bit e também o tempo de espera entre um ciclo e outro. O tempo de conversão de cada bit é chamado de TAD que é definido pelo período do sinal de clock do conversor. Há dois TADs extras, um antes da conversão dos 10 bits e um outro no final, então podemos definir o tempo total de conversão de acordo com a equação (1), vejamos:

$$\text{Ciclo de Conversão} = \text{Tempo de Conversão} + 12 \times \text{TAD} + \text{Tempo de Espera} \quad (1)$$

O Tempo de Conversão, segundo o datasheet, é de 2,4us. O TAD é configurável e configuramos para 1us. O Tempo de espera é o dobro do TAD, logo temos:

$$\begin{aligned} \text{Ciclo de Conversão} &= 2,4us + 12 \times 1us + 2us \\ \text{Ciclo de Conversão} &= 16,4us \quad (2) \end{aligned}$$

Isso significa que a cada conversão haverá uma perda de 16,4us de áudio.

3 Desenvolvimento

Para implementação do sistema é necessário um microfone, um circuito amplificador de sinal, um microcontrolador com hardware potente o suficiente para realizar a tarefa que a aplicação precisa, um circuito amplificador de potência e um alto falante.

O microfone vai captar a onda de som transformando-a em sinais elétricos e vai entrega-los para o circuito amplificador de sinais. O circuito amplificador de sinais vai fazer um aumento da amplitude em toda onda de som para que ela possa ser lida pelo microcontrolador que receberá os dados analógicos, vai remontar a onda sonora através do PWM e vai encaminhar os dados ao circuito amplificador de potência para que ganhe amplitude o suficiente para ser reproduzido em um alto falante. Como mostra a Figura 2.

Todos os elementos usados no circuito foram escolhidos pela facilidade de compra no mercado local.

3.1 Microfone e Amplificador de Sinais

Um microfone de eletreto foi usado como entrada para o amplificador de sinais [10]. O Amplificador de sinais deve elevar toda a amplitude da onda de som para valores positivos, pois o microcontrolador em uso não aceita valores negativos.

Veja o circuito amplificador simples na Figura 3.

Para testar o sistema foi utilizado tom de 17000Hz em sua entrada. Com auxílio de um osciloscópio foi possível verificar a onda original na figura 4 e a onda amplificada na figura 5.



Figura 2: Fluxo de dados Completo. Fonte: Software <http://draw.io>.

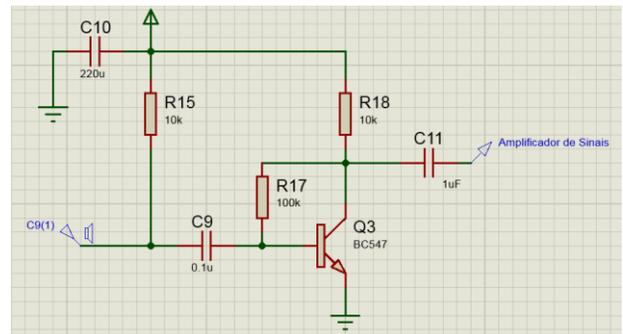


Figura 3: Esquema elétrico do amplificador de sinais. Fonte: Software Proteus.

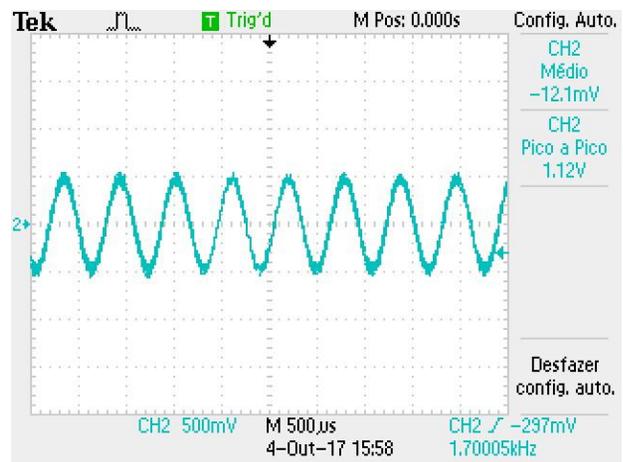


Figura 4: Onda de som original. Fonte: Osciloscópio do Laboratório de Engenharia Elétrica da Poli-UPE

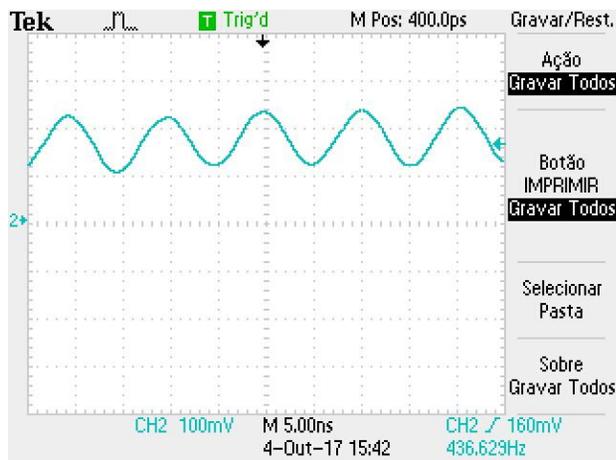


Figura 5: Onda de som amplificada. Fonte: Osciloscópio do Laboratório de Engenharia Elétrica da Poli-UPE

3.2 Microcontrolador

Utilizamos o PIC 18F4550. Seu clock externo é composto de um cristal oscilador de 4MHz e de dois capacitores de 22pF.

O áudio amplificado entra pela entrada analógica (AN0) sendo convertido em sinal digital.

Para a saída é preciso remontar a onda sonora através dos dados digitais. Para isso usamos o recurso do PWM do microcontrolador. Na Figura 6 temos um exemplo que compara uma onda de som ao PWM.

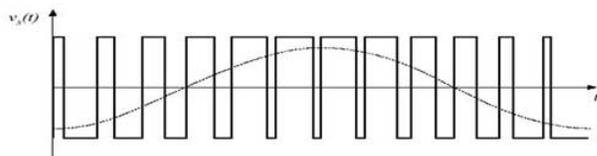


Figura 6: Comparação entre uma onda de som e ondas quadradas geradas pelo PWM. Fonte: Internet.

Para configuração do PWM utilizamos o TIMER2. Para isso devemos configurar o registrador PR2. O TIMER2 irá contar pulsos de clock do microcontrolador e quando for igual ao valor do PR2 então produzirá uma onda quadrada que ficará ativa de acordo com o tempo do designado pelo Duty Cycle. O TIMER2 novamente vai contar os pulsos de clock e quando for igual ao Duty Cycle o sinal voltará para zero. Dentre vários valores testados para o PR2, o valor 80 foi o que proporcionou melhor qualidade de som.

Com a configuração do PR2, podemos calcular o valor máximo do Duty Cycle aceito pelo PWM através da equação (3).

$$Duty\ Cycle_{MAX} = 4 * (PR2 + 1) \tag{3}$$

Logo o Duty Cycle máximo é 324, e o mínimo igual a zero.

Na figura 7 é possível ver a saída do PWM, novamente com auxílio de um osciloscópio.

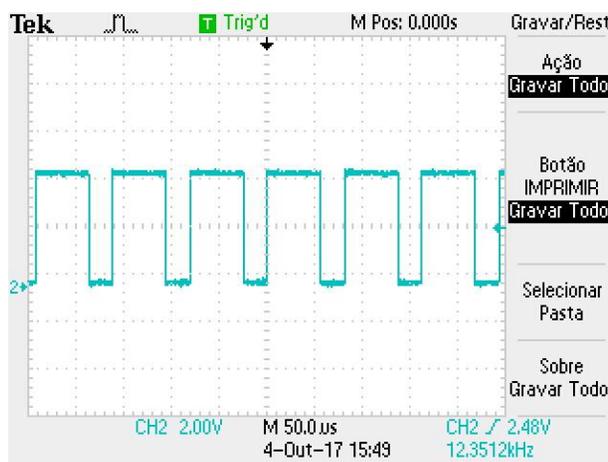


Figura 7: Onda de som gerada pelo PWM do microcontrolador. Fonte: Osciloscópio do Laboratório de Engenharia Elétrica da Poli-UPE.

3.3 Amplificador de Potência e Alto Falante

Quando sai do microcontrolador o pulso elétrico é enviado ao amplificador de potência para ganhar amplitude o suficiente para que o alto falante consiga reproduzir o som [11]. Confira o esquema elétrico na Figura 8.

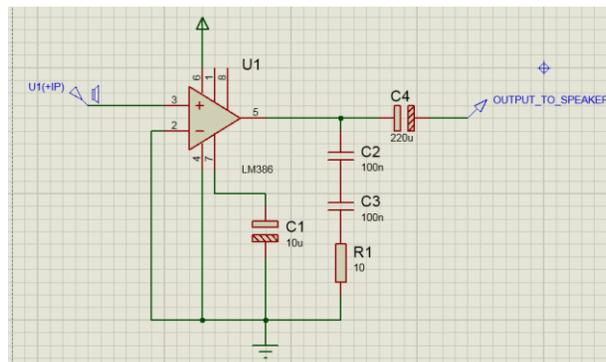


Figura 8: Esquema elétrico do amplificador de potência. Fonte: Software Proteus.

O LM386 [12] é um amplificador de baixo consumo de tensão e de ganho interno de 20. Com o uso dos capacitores C1, C2 e C3, juntamente com o resistor R1, faz com que o ganho salte para 200.

3.4 Montagem Completa

Figuras para funcionamento correto dos dois amplificadores é necessária uma tensão de 9V. Porém o microcontrolador necessita uma tensão de 5V. Então decidimos que a alimentação central do sistema será de 9V. Um regulador de tensão LM7805 [13] será usado para reduzir a tensão para 5V e alimentar o microcontrolador corretamente. Para o clock externo do microcontrolador será utilizado um cristal oscilador de 4MHz.

Em posse dos componentes demonstrados, precisamos apenas conecta-los. Veja na Figura 9 que a alimentação do circuito está em 9V, ligada diretamente nos dois amplificadores e, indiretamente, no microcontrolador através do regulador de tensão. A saída do amplificador de sinais está conectada na entrada analógica do microcontrolador o qual sua porta do PWM serve de entrada para o amplificador de potência.

Na Figura 10 há uma montagem do sistema em protoboard.

4 Testes

Para testes contamos com cinco pessoas de língua nativa "Português do Brasil" de diferentes idades e profissões. Gravamos um áudio em um celular com o seguinte conteúdo: "Ontem choveu pela manhã, mas hoje está fazendo sol". Para cada pessoa, colocamos junto ao microfone do sistema embarcado a saída de áudio do celular em volume inaudível, executamos o áudio do celular, que foi captado pelo microfone, e pedimos para a pessoa ouvir, dizer se entendeu ou não e repetir a frase. Vejamos o resultado na Tabela 1.

Nome	Idade	Profissão	Entendeu e Repetiu
Silvia	37	Analista de Sistemas	Sim
Leticia	7	Estudante	Sim
Cecilia	73	Aposentada	Sim
Tiago	30	Engenheiro De Segurança	Sim

Igor | 16 | Estudante | Sim

Tabela 1: Resultados dos testes. Fonte: Autor

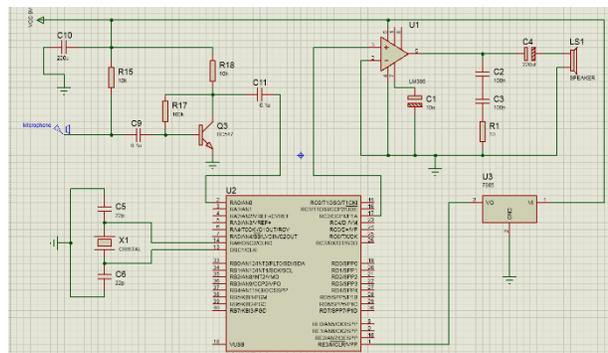


Figura 9: Esquema Elétrico Completo. Fonte: Software Proteus

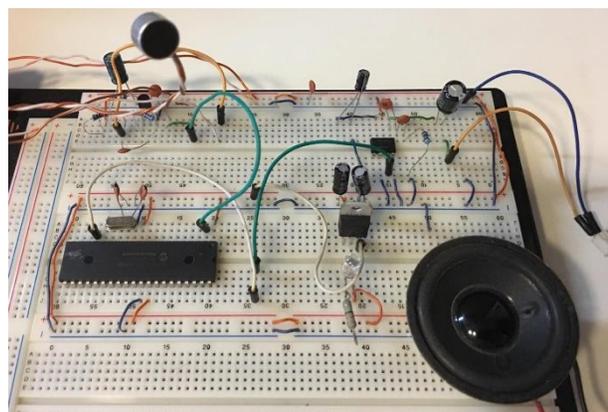


Figura 10: Foto da montagem na protoboard. Fonte: Autor

5 Conclusões

De acordo com os resultados dos testes, podemos afirmar que o sistema desenvolvido em geral funcionou com sucesso, com elementos de baixo custo e fácil de ser encontrados em mercado locais.

Então podemos afirmar, também, que é possível desenvolver outro sistema a partir do modelo apresentado. Como, por exemplo, um de gravador de som; com o microfone, o amplificador de sinais, o microcontrolador e com de um leitor de cartão de memória. Já com o Amplificador de Potência e o alto falante é possível desenvolver caixas acústicas de som. E, juntando tudo isso, é possível desenvolver um sistema completo de som, inclusive o seu próprio produto.

Indo além, é possível desenvolver rádios comunicadores sem fio, e o alcance fica por conta do hardware usado para transmissão, inclusive pode-se usar módulos GSM para comunicação via celular.

E, por fim, é sempre interessante usar criptografia em dispositivos de comunicações para que a mensagem transmitida não seja entendida por pessoas indesejadas. Para isso recomendamos outros microcontroladores com poder computacional maior que o utilizado neste trabalho.

Referências

- [1] Carlos Eduardo Sandrini Luz. Curso Linguagem C para Microcontroladores PIC. Módulo PWM. 16(1):257.
- [2] R Copîndean, R Holonec, F Drăgan. Audio Mixer Ordered Microcontroller. Acta Electrotehnica, Volume 56, Number 5, 221-224, 2015.
- [3] Atmel Corporation 1600 Technology, ATmega 328/P. Datasheet, ATmel 8-BIT Microcontroller With 4/8/16/32 KBytes In-System Programmable Flash. Disponível em http://www.atmel.com/images/Atmel-8271-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega48A-48PA-88A-88PA-168A-168PA-328-328P_datasheet_Complete.pdf. Acesso em: 12 de Junho de 2017.
- [4] S. Vindur, An attempt to access a memory card (MMC) using a PIC with limited RAM (PIC16F877A). Disponível em: <http://blog.vinu.co.in/2011/07/attempt-to-access-memory-card-mmc-using.html>. Acesso em 12 Junho de 2017.
- [5] Microchip Technology Inc, Microchip PIC16F87XA Data Sheet, 28/40-Pin High-Performance, Enhanced Flash Microcontrollers. Disponível em: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39582b.pdf>. Acesso em 12 de Junho 2017.
- [6] L. E. Bengtsson. Interpolation Of Microcontroller ADC By Self-Induced Dithering. International Journal On Smart Sensing And Intelligent Systems. Volume 6, Number 4, 1366-1382, 2013.
- [7] Microchip Technology Inc, Microchip PIC18FXX8 Data Sheet, 28/40-Pin High-Performance, Enhanced Flash Microcontrollers with CAN Module. Disponível em: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41159d.pdf>. Acesso em 12 de Junho 2017.
- [8] Microchip Technology Inc, Microchip PIC 18F 2455/2550/4455/4550 Data Sheet, 28/40/44-Pin, High-Performance, Enhanced Flash, USB Microcontrollers with nano Watt Technology. Disponível em: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39632e.pdf>. Acesso em 12 de Junho de 2017.
- [9] Carlos Eduardo Sandrini Luz. Curso Linguagem C para Microcontroladores PIC. Módulo PWM. 10(1):155.
- [10] Malvino, Albert. Eletrônica Volume I. Mac Graw Hill, Porto Alegre, 8a Edição. Amplificadores CC, BC e de múltiplos estágios, páginas 326-355. 2016.
- [11] Malvino, Albert. Eletrônica Volume I. Mac Graw Hill, Porto Alegre, 8a Edição. Amplificadores de Potência, páginas 366-401
- [12] Unisonic Technologies CO, LM386 Low Voltage Audio Power Amplifier <http://www.utc-ic.com/uploadfile/2011/0922/20110922090707869.pdf>. Acesso em 26 de Setembro de 2017.
- [13] Fairchild Semiconductors, LM78XX/LM78XXA 3-Terminal 1 A Positive Voltage Regulator. Disponível em: <https://www.fairchildsemi.com/datasheets/LM/LM7805.pdf>. Acesso em 12 de Junho de 2017.

A Importância e o Uso de Ferramentas da Qualidade pelo Engenheiro Clínico Para o Sistema de Gestão de Acreditação Hospitalar

Title: The Importance and use of quality tools by the clinical engineer for the hospital accreditation management system

Marcos Alberto ¹  <http://orcid.org/0000-0003-1019-6230>

Walmir Pedrosa ¹

¹ Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil,

E-mail do autor principal: Marcos Alberto alberto_mafs@hotmail.com

Resumo

Em um mercado cada vez mais competitivo e dinâmico, a qualidade impacta diretamente na sobrevivência e no destaque de empresas e instituições, inclusive para a prospecção de clientes. Buscando destaque no mercado de prestação de serviços de saúde, a Acreditação Hospitalar se dá como um enorme diferencial frente aos concorrentes. A Acreditação Hospitalar é uma certificação semelhante a International Organization for Standardization (ISO), porém direcionada exclusivamente a organizações de prestação de serviços em saúde. Trata-se de um método de avaliação voluntário, periódico e reservado dos recursos institucionais dedicado a hospitais, clínicas ou laboratórios para garantir a qualidade de assistência por meio de padrões previamente definidos, em que é de vital importância a participação do setor de Engenharia Clínica, parte responsável pela gestão das tecnologias de equipamentos utilizados nestas instituições. Este trabalho aborda um estudo direcionado ao uso de Ferramentas de Gestão da Qualidade, como uso de indicadores e ciclo PDCA, nos processos de Acreditação Hospitalar, abordando e demonstrando como o seu uso, no setor de Engenharia Clínica, pode atender os requisitos dos órgãos de Acreditação Hospitalar.

Palavras-Chave: Acreditação Hospitalar; Engenharia Clínica; Ferramentas da Qualidade.

Abstract

In an increasingly competitive and dynamic market, quality has a directly impact the survival and prominence of companies and institutions, including customer prospecting. Seeking prominence in the provision of health services market, Hospital Accreditation is given as a great advantage against competitors, Hospital Accreditation is a huge differential compared of competitors. Hospital Accreditation is a certification similar to International Organization for Standardization (ISO), but directed exclusively to organizations providing health services. It is a method of voluntary, periodic and reserved evaluation of the institutional resources dedicated to hospitals, clinics or laboratories to guarantee the quality of care through predefined standarts. In which is of vital importance the participation of the Clinical Engineering sector, part responsible for the management of equipment technologies used in these institutions. This work addresses a study directed to the of Quality

Management Tools, such as the use of indicators and PDCA cycle, in the Accreditation process, addressing and demonstrating how its use in the Clinical Engineering sector can meet the requirements of the Hospital Accreditation.

Key-words: Hospital Accreditation; Clinical Engineering; Quality Tools.

1 Introdução

Este artigo demonstra a importância do setor de Engenharia Clínica para uma Organização Prestadora de Serviços de Saúde (OPSS) nos processos de gestão para creditações hospitalares, bem como as vantagens e os benefícios trazidos com a utilização de Ferramentas Gerenciais da Qualidade por este setor durante esta ação. Com o foco principal voltado aos processos do selo de acreditação nacional, ofertado pela própria Organização Nacional de Acreditação (ONA), e ao selo internacional de acreditação da Joint Commission International (JCI), oferecido no Brasil pela Consórcio Brasileiro de Acreditação (CBA).

Pelo disposto acima, para a elaboração deste artigo, foi realizada uma revisão bibliográfica, tendo como base referencial: artigos, livros, anais, manuais de acreditação e demais publicações destinadas à acreditação hospitalar, uso de ferramentas da qualidade, qualidade na área de saúde e boas práticas de engenharia clínica em OPSS envolvidas em processos de acreditação, tanto nacionais quanto internacionais.

Este tema, tem como justificativa o grande avanço e variedade da tecnologia dos equipamentos relacionados à prevenção, ao diagnóstico, à reabilitação e ao tratamento da saúde dos pacientes, pela crescente procura das OPSS pelos selos de acreditação (em sua maioria por organizações privadas da área de saúde) e pelo crescente aumento da disputa e destaque no mercado de saúde, bem como uma maior preocupação das instituições com a segurança dos pacientes relacionada ao uso de equipamentos médico-hospitalares, e a qualidade dos serviços prestados nesta área, e, ainda, à análise dos custos envolvidos com o gerenciamento dos equipamentos médico-hospitalares [1].

1.1 Um breve histórico sobre a qualidade

A noção de qualidade remonta até mesmo o aparecimento do grupo Homo sapiens, onde já havia uma seleção nos alimentos colhidos na natureza, evoluindo para a agricultura, e na escolha das lascas de pedras, que faziam parte de seus utensílios e armas de caça, onde também evoluíram com o uso do metal na fabricação destas. Naquele momento da história a qualidade não era explícita, porém já aparecia como um conceito intrínseco para aquela época [2].

Com o avançar dos tempos, o conceito de qualidade foi ganhando mais abrangência, mais preocupação formal, inclusive com a inserção de mercados ao redor do mundo. Nesse cenário, a concepção de qualidade do produto/serviço, era medida pela repercussão dentre os clientes que o produto/serviço possuía, era uma variável mais fácil de se mensurar, pois havia o contato direto do fabricante/prestador do produto/serviço com o cliente final. Neste contexto, pode-se citar os antigos artesões, que faziam todo o processo de produção de suas peças, desde a aquisição da matéria-prima até o pós-venda, verificando se o seu produto estava de acordo com as expectativas do cliente e podendo rever qualquer etapa de seu processo, caso não houvesse o retorno esperado [3].

Uma grande mudança veio com a Revolução Industrial, onde houve uma evolução no processo de avaliação da qualidade dos produtos/serviços oferecidos. Agora o que se buscava era obter uma uniformidade nos processos de fabricação. Foi nesse momento que o conceito de qualidade começou a ser empregado com mais força e distinção no mercado. Nesta ocasião houve a mudança na questão de verificação da qualidade, passando a se verificar mais o processo de manufatura do que o produto final, mostrando uma grande evolução nessa área [3].

Durante a Primeira Guerra Mundial, houve outro grande avanço da qualidade. Devido à enorme demanda de produção de material bélico seguro e de qualidade, para o uso na guerra, foi criada a figura do inspetor de qualidade no processo de fabricação, com certa imposição do governo para com os fabricantes destes materiais. Este profissional seria responsável pela verificação da qualidade dos produtos, em todas as suas etapas de produção [2].

Durante a Segunda Guerra Mundial houveram outros avanços na área da qualidade, como a aplicação do Controle Estatístico no processo de fabricação. Pois, na Primeira Guerra Mundial, a inspeção era realizada em todos os itens fabricados, demandava muito tempo e tornava-se um grande gargalo no processo de fabricação, além de aumentar consideravelmente os custos de produção. Com a aplicação das Cartas de Controle Estatístico, foi possível um ganho considerável de tempo nos processos de fabricação. Pois, com seu uso, era efetuada a análise de apenas um percentual dos itens fabricados, sem trazer maiores dúvidas em relação à qualidade dos demais itens naqueles lotes de fabricação [2].

Com o passar das duas grandes guerras mundiais, o mundo começou a vivenciar outra era, com uma maior complexidade e diversidade tecnológica, um considerável aumento nos investimentos em inovações e a maior cobrança da sociedade pela segurança dos produtos no mercado. Estes fatores foram essenciais para que o controle da qualidade viesse a se tornar cada vez mais crucial para a sobrevivência das empresas em meio à concorrência do mercado. Com todo este cenário, a garantia prévia de certificar a qualidade dos produtos/serviços, maquinário, e das instalações, transformou-se quase que obrigatório às empresas, o que deu origem ao Controle Total da Qualidade, formulado por Armand Feigenbaum, na segunda metade do século XX. A partir de então, iniciou-se mais uma mudança da visão da qualidade, onde a ênfase mudou da preocupação com a correção de defeitos para a prevenção e prévia detecção de erros não apenas nos produtos ou serviços, mas também nos projetos de uma forma geral, antecedendo assim as possibilidades de não conformidade dos produtos [2].

Ainda neste cenário, foram desenvolvidas muitas ferramentas e técnicas para a garantia da qualidade,

que auxiliaram e deram base para os procedimentos de melhorias no mercado de produção e prestação de serviços. Muitas destas ferramentas foram criadas por engenheiros e estudiosos, e boa parte delas foram desenvolvidas e aplicadas primeiramente no Japão pós-guerra e, posteriormente, disseminadas para o mundo ocidental. Em adição, foi neste período que foi desenvolvido o modelo normativo da Internacional Organization for Standardization (ISO). Ela tem por finalidade a normatização dos produtos, processos e serviços, trazendo para as empresas, com uma certificação do selo ISO, um certo destaque das demais concorrentes do mercado [3].

A evolução dos sistemas de qualidade, e de suas ferramentas de apoio, sempre estiveram ligadas a situação em que o mercado mundial estava imerso e das necessidades e satisfação dos clientes. Passando desde as informações de qualidade boca-a-boca, até as análises e implementações criteriosas de normatização e padronização. O próximo passo dependerá das novas exigências do mercado, as quais mudam constantemente e, diversas vezes, imprevisivelmente [2].

1.2 Qualidade nos serviços de saúde

É notório que a visão da evolução da qualidade baseia-se mais fortemente na área da produção industrial. Fato constatado pelo elevado número de literaturas que dão destaque a esta área. Entretanto, outros setores do mercado mundial também obtiveram uma evolução da qualidade distinta em relação a seus produtos/serviços, o qual se insere, também, o mercado da prestação de serviços de atenção à saúde.

A preocupação com a qualidade nesta área teve seu início mais nítido durante a segunda metade do século XIX, na Guerra da Crimeia, com a enfermeira britânica, de naturalidade italiana, Florence Nightingale. Ela atuou em hospitais da região, trabalhando com foco na melhoria sanitária dos locais, serviços hospitalares paralelos como cozinha e lavanderia, e, evidentemente, nos cuidados de enfermagem aos pacientes feridos de guerra, que naquela época era de uma qualidade terrível. Diminuindo, desta maneira, consideravelmente a

mortalidade dos pacientes durante suas passagens nos hospitais, de 40% para 2% [4].

Esta foi uma enorme revolução na área de saúde, que obteve outros grandes avanços durante o século posterior, o século XX. O primeiro deles, já dando um início a uma visão mais forte e formal da qualidade na área de saúde, foi o estabelecimento do Programa de Padronização Hospitalar (PPH), pelo Colégio Americano de Cirurgiões (CAC), nos Estados Unidos, em meados de 1924. Neste programa, foi dada atenção a alguns pontos, como o preenchimento preciso e completo do prontuário do paciente e a organização do corpo clínico da instituição [5].

No primeiro Manual de Procedimentos, elaborado em 1924 pelo CAC, havia poucos pontos abordados. Fundamentalmente apenas à organização do corpo médico, preenchimento do prontuário do paciente (de forma abrangente), além de recursos de diagnóstico e terapêuticos, incluindo também a existência de um departamento de radiologia e outro de análises. Posteriormente, foi lançado um manual mais atualizado e mais completo e mais abrangente, contendo 118 páginas, já mostrando a sua evolução e a atenção dada a esta ação. Contudo, devido ao contexto da época, final da Segunda Guerra e a crises financeiras mundiais, tornaram o CAC uma instituição insustentável. Foi neste momento, após uma parceria do CAC com outras organizações americanas e canadenses, voltadas a qualidade na prestação de serviços de saúde, que em 1952 foi criada a Joint Commission on Accreditation of Hospitals, em português: Comissão Conjunta de Acreditação em Hospitais. Uma organização não governamental, sem fins lucrativos, e com a finalidade de oferecer um selo de acreditação às OPSS voluntárias a seu processo de auditoria [5].

Acreditação é definido como um processo de avaliação certificação, realizado normalmente por órgãos não-governamentais, de caráter educativo, de participação voluntária, periódico e reservado (informações das organizações não são divulgadas), que objetiva o atesto da instituição com comprometimento com a qualidade em serviços de saúde. Serviço este, que pode ser oferecido não apenas a instituições privadas de saúde, como

também para entidades públicas, universitárias e até filantrópicas [6].

No Brasil, a história da acreditação em serviços de saúde é um pouco mais recente. Em um convênio envolvendo a Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS), a Federação Latino Americana de Hospitais e o Ministério da Saúde, em 1990, foi elaborado um Manual de Padrões de Acreditação para a América Latina. Já em 1995, o Ministério da saúde começava a dar os primeiros passos na elaboração do seu próprio sistema de acreditação, com investimentos no Programa Brasileiro de Acreditação. Que lançou seu primeiro Manual Brasileiro de Acreditação em 1998, a partir do manual editado pela OPAS e das experiências nos estados brasileiros [5]. Existindo várias versões atualizadas com o passar dos anos, de acordo com as experiências das instituições já acreditadas e das novas demandas que vão surgindo ao longo do tempo. Nelas, o principal objetivo é que a instituição acreditada obtenha um processo de melhoria contínua, encorajando-a sempre a querer atingir padrões mais elevados de qualidade nos serviços prestados, baseado em três níveis de abordagem: estrutura, processos e resultados [6].

Para que uma OPSS obtenha o selo de acreditação, quer ele seja nacional, pela ONA, cedido pelas Instituições Acreditadoras Credenciadas, ou internacional, por exemplo a Joint Commission International, cedido no Brasil pelo CBA, é necessário o preenchimento de alguns pré-requisitos estipulados pelos órgãos acreditadores, como a gestão dos equipamentos médico-hospitalares, o acompanhamento do desempenho dos setores, entre outros itens, e, em algumas delas, em diferentes níveis de acreditação. Isto significa que todos os processos e todos os setores, constantes nos manuais de acreditação da OPSS serão avaliados, inclusive os setores destinados ao gerenciamento dos equipamentos médico-hospitalares, normalmente designado como setor de Engenharia Clínica (EC).

2 Engenharia Clínica

O crescente aumento no número da diversidade e uso de equipamentos eletroeletrônicos no tratamento, diagnóstico e suporte a vida de pacientes, trouxe consigo uma necessidade natural de uma mão de obra

especializada para que fosse possível sua manutenção quando os equipamentos apresentassem um funcionamento divergente do esperado, sua quebra em si ou no assessoramento para sua utilização. Foi assim que, em meados do fim da Segunda Guerra Mundial, deu-se início ao surgimento do serviço de Engenharia Clínica, com um curso específico de manutenção em equipamentos médico-hospitalares, oferecido pelas forças armadas dos Estados Unidos da América [7]. Neste primeiro momento, o foco era totalmente nas manutenções de caráter corretivo, sem qualquer tipo de planejamento ou programação de manutenções ou serviços de capacitação e treinamentos para os operadores dos equipamentos. Com o desenvolvimento das tecnologias desta atividade, a multiplicidade de equipamentos, a necessidade solicitada pelo mercado, a exigência de órgãos de fiscalização e regulação, dentre outras razões, surgiu a necessidade de um aprimoramento deste serviço. Nos dias atuais, ele já está num patamar bastante avançado, onde não só são ofertadas apenas manutenções corretivas, mas uma maior diversidade de serviços nesta área, como gerenciamento total dos equipamentos médico-hospitalares, gestão de equipe técnica especializada, programação de manutenções preventivas e calibrações, treinamento para utilização e cuidados com os equipamentos, análise de viabilidade referente a aquisição, manutenção e descarte dos equipamentos, gestão de documentação interna do setor, adequação aos órgãos acreditadores e agências de regulação, entre outros. Trazendo uma nova definição para este serviço, a Gestão em Equipamentos Médico-Hospitalares (GEMA) [1].

Como uma consequência do exposto, também surgiu uma nova profissão neste mercado, basicamente por uma imposição dos órgãos fiscalizadores daquela época naquele país, a do Engenheiro Clínico. Para Bronzino [1], o Engenheiro Clínico é o profissional com graduação em engenharia que aplica seus conhecimentos acadêmicos e experiências profissionais num ambiente clínico-hospitalar. Ele é responsável pelo gerenciamento dos equipamentos utilizados nas OPSS, gestão da equipe técnica, relação multidisciplinar com os setores da instituição, gestão de riscos com equipamentos médico-hospitalares, dentre outras responsabilidades no ambiente clínico-hospitalar. E, para tais atribuições, deve possuir tanto conhecimentos técnicos como habilidades gerenciais, características

indispensáveis para exercer a profissão, garantindo um serviço de qualidade e buscando as melhores opções com menores custos para as OPSS e maior segurança no uso dos equipamentos médico-hospitalares, tanto para os pacientes como para os operadores [1].

Para instituições que desejam conquistar um selo de acreditação, seja ele nacional ou internacional, o setor de Engenharia Clínica é uma parte essencial neste processo, e o engenheiro clínico representa o responsável técnico deste setor dentro da OPSS, sendo até um item requisitado por estes órgãos acreditadores [6,8], onde ele tem a missão de cooperar diretamente com outros setores e com a gestão direta da instituição, para garantir que os requisitos dos órgãos acreditadores, referentes a tecnologia médico-hospitalar, sejam alcançados.

Para o cumprimento dos pré-requisitos, constantes nos manuais de acreditação, são exigidos de vários setores das OPSS algumas determinações que são de responsabilidade da Engenharia Clínica, fortalecendo a ideia da necessidade de uma equipe multidisciplinar que trabalhe em harmonia, alcançando conjuntamente os objetivos desejados. Porém, outros requisitos são solicitados diretamente a Engenharia Clínica, sempre com foco na segurança do paciente e na procura pela melhoria contínua nos serviços de saúde. Para tais fatos, é exigido do engenheiro clínico uma relação com setores chaves da OPSS, que pode ser melhor exemplificado na Figura 1, onde fica evidenciado o trabalho conjunto de outros profissionais (Médicos, Enfermagem, Administração da OPSS e Outros Profissionais aliados à saúde) com a Engenharia Clínica, personificada na Figura 1. como o Engenheiro Clínico, bem como a relação existente da Engenharia Clínica com órgãos externos a OPSS, como os Fornecedores (tanto de equipamentos médicos como de insumos desta área), Agências de Fomento (agências de investimento para o setor), Agências Reguladoras (como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) no Brasil), Convênios Público/Privados (convênios para o desenvolvimento de ações no setor), mostrando, desta maneira, o caráter essencial do Engenheiro Clínico nas OPSS.

O selo de acreditação nacional, oferecido pela ONA, possui três níveis diferentes de avaliação para as OPSS. São eles: [9]

A Importância e o Uso de Ferramentas da Qualidade pelo Engenheiro Clínico Para o Sistema de Gestão de Acreditação Hospitalar

- (i) Acreditado – nível 1: caracterizado pela procura dos critérios de segurança tanto do paciente quanto dos profissionais envolvidos. Em todas as áreas, incluindo as assistenciais e as estruturais. Este nível solicita os itens básicos de qualidade no atendimento ao paciente, com estrutura compatível com a demanda da OPSS;
- (ii) Acreditado Pleno – nível 2: além de atender os requisitos do nível anterior, o Acreditado, adiciona-se a busca pela gestão integrada dos setores da OPSS, com a ocorrência natural dos processos, por meio de pessoal capacitado, e da eficiência na comunicação entre as atividades, além da monitorização das atividades por meio de indicadores de desempenho;
- (iii) Acreditado com Excelência – nível 3: abrangendo os níveis Acreditado e Pleno, e também compreendendo uma cultura organizacional de melhoria contínua, contemplando alguns itens específicos, como: estruturais, gestão de novas tecnologias e avanço das atividades gerenciais.

continuidade das práticas clínicas. No nível 2, Acreditado Pleno, o foco está concentrado na melhor gestão do parque de equipamentos, verificando seus resultados e desempenho, propondo melhorias nas ações tomadas, devendo ser considerado todo o parque de equipamentos, tanto os próprios da instituição como os equipamentos médico-hospitalares de terceiros, de pesquisa, cedidos por meio de contratos e convênios, além dos equipamentos de atendimento móvel (como os instalados em ambulâncias), que estão em uso na OPSS [10].

O padrão de acreditação internacional, JCI, também abrange uma linha de solicitações similar ao da ONA, referente às obrigações do setor de Engenharia Clínica. Porém, solicita, mais especificamente, um tratamento até anterior a aquisição dos equipamentos, e o controle dos seus históricos de manutenções e a preocupação com seu devido descarte após o término da vida útil daquele equipamento para a instituição. Como também a aplicação de um programa de gerenciamento dos equipamentos, que deva contar todos os detalhes aplicados nas atividades deste setor na OPSS. [8]

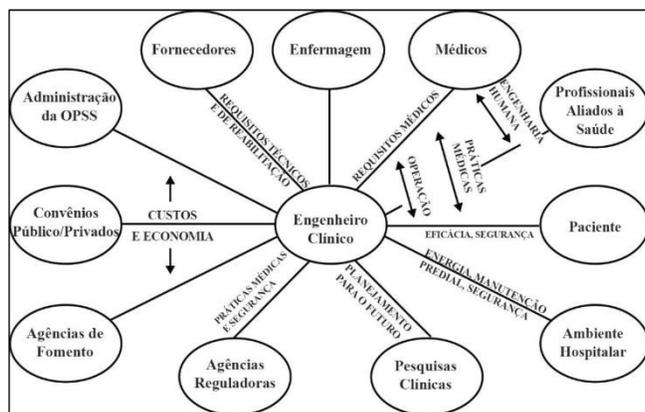


Figura 1: Relação do Engenheiro Clínico. Fonte: Adaptado de Bronzino [1].

O setor de Engenharia Clínica envolve-se com itens de orientação específicos para os níveis 1 e 2, além de outros itens constantes na competência de outros setores, porém de sua responsabilidade, como a manutenção preventiva dos equipamentos médico-hospitalares dos setores da OPSS. No nível 1, acreditado, foca na operação segura do parque de equipamentos, que garante a qualidade e

Para o alcance dos requisitos solicitados pelas instituições acreditadoras, as ferramentas da qualidade oferecem uma certa segurança, praticidade e celeridade na obtenção das soluções dos problemas e adequações dos processos da OPSS, oferecendo um grande ganho de qualidade, segurança, eficiência e eficácia nos procedimentos adotados. E é com foco nestas diretrizes que serão exemplificadas e contextualizadas para o seu uso pela Engenharia Clínica num processo de aquisição ou manutenção de acreditação hospitalar.

3 Ferramentas da Qualidade

Para a gestão em equipamentos médico-hospitalares são apresentados alguns itens de orientação nos manuais de acreditação para que sejam seguidos e preenchidos como requisitos mínimos referentes às operações com o parque de equipamentos médico-hospitalares da OPSS, durante todo o seu ciclo de vida, que pode compreender o período desde a sua pré-aquisição até o seu devido

descarte (no fim de sua vida útil), passando pela seleção, aquisição, recebimento, teste de aceitação, capacitação, instalação, operação e a manutenção periódica do equipamento, como também o devido tratamento das queixas técnicas apresentadas pelos equipamentos durante sua utilização [8].

Para tal, o uso de ferramentas da qualidade pelo engenheiro clínico, e outras técnicas auxiliares, garantem uma melhor efetividade na obtenção de bons resultados e de um melhor aproveitamento dos recursos disponibilizados nas instituições de saúde [1].

Segundo Malik [11], ferramentas da qualidade podem ser definidas como técnicas auxiliares, ou instrumentos, que são utilizadas para mensurar, definir, analisar e propor soluções para as adversidades que ocorrem num determinado processo, em projetos, produtos ou sistemas. Sendo consideradas grandes aliadas para o alcance de um serviço, ou produto, de qualidade, que é o principal foco das instituições de acreditação hospitalar.

3.1 Procedimento Operacional Padrão

Para facilitação e otimização dos serviços prestados pela Engenharia Clínica numa OPSS, a elaboração de um documento descrevendo todas as atividades deste setor se torna pertinente, cabendo ao profissional com habilitação técnica ser responsável por tal. Nele, devem estar descritos os procedimentos que devam ser executados nas rotinas de um setor de Engenharia Clínica. Este documento normalmente é referenciado como Programa de Gerenciamento de Equipamentos Médico-Hospitalares (PGEMH), ou mesmo Plano de Gerenciamento de Equipamentos Médico-hospitalares, ou, até, Plano de Gerenciamento de Produtos para a Saúde, que vem a garantir a qualidade, eficácia e segurança nos serviços de saúde [12].

Este documento deve conter a descrição de ações como: atividades exercidas pela Engenharia Clínica, planejamento, seleção, aquisição, recebimento, inventário, armazenamento, transferência, instalação,

intervenção técnica, descarte, avaliação e investigação de eventos adversos e ou queixas técnicas associáveis a equipamentos de saúde, dentre outras [12].

Para o preenchimento interno deste documento, como intervenção técnica, instalação e aquisição, podem ser utilizados Procedimentos Operacionais Padrão (POP), para que haja uma uniformidade de eventos rotineiros requisitados pelas organizações fiscalizadoras e órgãos de acreditação. O POP é um documento que verte o planejamento do serviço a ser executado. Nele estão contidos os passos detalhados de todas as medidas, ferramentas, acessórios e quaisquer outros itens necessários para a realização da ação pretendida. As primeiras utilizações desses POP remetem às linhas de produção de automóveis da FORD, no início do século XX, onde todos os automóveis eram, especificamente, da cor preta, e posteriormente foram utilizadas outras tinturas, por solicitação dos clientes, produzindo novos POP's [13].

Com o objetivo de minimizar os desvios e garantia de uma uniformidade dos processos ou produtos finais, o POP é uma ferramenta de grande utilidade para processos gerências [13]. Como exemplificação, podem ser produzidos POP's específicos para os fins de gestão de equipamentos médico-hospitalares, como testes, etapas para realização de manutenções corretivas, manutenções preventivas ou calibrações, para uso administrativo pode-se utiliza-lo para padronizar a documentação de recebimento, descarte e vistorias de equipamentos médicos, conforme solicitado pela acreditação JCI.

Alguns cuidados devem ser tomados para a elaboração e aplicação de um POP, como [13]:

- O uso de uma linguagem simples e objetiva, não utilizar cópias de outros POP's (pois não existe um padrão universal e cada um deve atender as suas necessidades específicas do seu processo ou produto);
- Deve-se conhecer bem o processo a ser documentado (para evitar desvios ou lacunas por desconhecimento de todo o processo);

- Deve-se treinar o executor da tarefa explicitada no POP e deve haver uma monitorização periódica da utilização do POP (para evitar os desvios por maus costumes do utilizador do POP).

Um POP que traga consigo uma segurança e qualidade deve conter alguns itens muito bem definidos, como [13]:

- Nome do procedimento: claro e direto para o entendimento da tarefa que será abordada;

- Objetivo: para qual finalidade se destina o POP;

- Documentos de referência: como manuais de equipamentos, e normas técnicas;

- Local de aplicação: ambiente onde pode-se aplicar este POP, setor da Engenharia Clínica da OPSS, por exemplo;

- Siglas: listar as siglas utilizadas no POP, caso haja. O uso de tabelas facilita sua visualização;

- Descrição sequencial das etapas do processo: especificando os executores e responsáveis de cada etapa, caso haja;

- Data da próxima revisão do POP: essencial para sua atualização periódica, e servindo também como um prazo de validade para o documento;

- Quem o elaborou: caso surjam dúvidas no decorrer do processo ou a qualquer tempo, e os operadores saibam a quem recorrer;

- Onde este documento se encontra: local que seja de fácil acesso ao executor, como por exemplo: sistema de arquivos eletrónico da empresa;

- A utilização de figuras, tabelas e fluxogramas (caso se tornem pertinentes), facilitam uma melhor visualização do processo por parte do executor.

3.2 Fluxograma

O uso de fluxogramas é indicado para tarefas de maior complexidade, pois torna o passo-a-passo mais visível e compreensível ao executor, ou, até, tarefas mais simples que podem ser executadas mais rapidamente e com maior segurança pelo seguimento de seus passos. Ele é composto de figuras geométricas, ligadas por setas direcionais de maneira organizada e sequencial, que podem indicar: início ou fim do processo, ação/operação, ponto de decisão, documento a ser utilizado/verificado no processo, dentre outras opções caso haja necessidade de uso. Deve-se tomar cuidado com os processos muito extensos representados por fluxogramas, pois podem estar camuflando etapas e aumentar o risco de falha ou desvio no processo. Uma maneira de reverter este fato pode ser o uso de blocos onde podem estar contidos outros fluxogramas, servindo como um modo de reduzir a informação visível para o executor [13].

Os fluxogramas podem ser inseridos dentro dos POP's, de maneira a facilitar a execução do processo por este proposto. Bastante utilizado em procedimentos como: manutenções preventivas, calibrações, verificações de funcionamento, fluxo para aquisição de novos equipamentos, dentre outros. Os fluxogramas tornam-se grandes facilitadores para a área técnica, à medida que existe uma grande variedade de equipamentos médico hospitalares e que dificilmente uma OPSS, com certa idade de funcionamento, tenha uma uniformidade de marcas e modelos destes equipamentos. Trazendo uma maior agilidade, eficácia, e descarte de retrabalho nos procedimentos executados.

3.3 Folha de Verificação

Para algumas atividades técnicas do setor de Engenharia Clínica, torna-se pertinente o uso de Folhas de Verificação. Folha de Verificação é definido como um formulário no qual os dados a serem coletados já estão impressos, bastando apenas o seu utilizador preencher os itens de acordo com as especificações do processo [14].

Ele pode ser utilizado como um documento comprobatório da realização de manutenções rotineiras, como calibrações e preventivas, e de verificações periódicas de funcionamento ou segurança elétrica de equipamentos médico-hospitalares. Onde nestas intervenções os valores para análise já estarão impressos em documento próprio, bastando o técnico executar a atividade e preencher os dados e valores solicitados na Folha de Verificação. Estando esta ação elencada nos itens solicitados pelos órgãos acreditadores, de forma a dar uma maior confiabilidade e segurança no uso dos equipamentos. [1]

No qual sua estrutura deva ser personalizada de acordo com as necessidades do setor de Engenharia Clínica e da OPSS, e atendimento aos requisitos dos fabricantes dos equipamentos [1].

Em adição aos pontos de elaboração e aplicação de um POP (mostrados no subitem anterior), outro ponto deverá ser adicionados para uma Folha de Verificação, como [14]:

- Campos de identificação do operador responsável pelo preenchimento do documento, assim como o seu responsável direto, geralmente o Engenheiro Clínico da OPSS;
- Campo para a identificação do responsável da OPSS onde os equipamentos médico-hospitalares estão sendo utilizados, comprovando sua ciência da ação executada;
- Data de aplicação da manutenção realizada: essencial para o seu arquivamento cronológico e programação para as manutenções seguintes.

O uso conjunto de um POP, bem elaborado, e uma Folha de Verificação, maximizam uma manutenção de qualidade e diminui substancialmente o número de possíveis erros na execução de procedimentos técnicos, já que cada passo a passo, POP, e o registro

das atividades de interesse, Folha de Verificação, estarão disponíveis ao operador.

3.4 Indicadores

Outro item que é um requisito de verificação pelos órgãos acreditadores, ONA nível 2 e JCI, e mesmo que não fosse exigido é uma ferramenta de grande utilidade e que deve ser sempre monitorado e procurado, é a melhoria contínua dos processos executados e dos índices alcançados periodicamente pela Engenharia Clínica.

Um conceito bastante utilizado para a busca da melhoria contínua vem do Japão, pós Segunda Guerra Mundial, o Kaizen. Este conceito utilizado, que teve como principal idealizador Masaaki Imai, conhecido como "O pai da estratégia Kaizen", para a reestruturação industrial daquele país naquela época. Ele é baseado nos costumes e filosofias japonesas, o Kaizen, que deriva do Kai (mudança) e de Zen (bom), tem em sua natureza uma concepção de uma busca contínua pelo melhoramento dos processos e dos resultados [15].

Este conceito pode ser explorado na busca e difusão pelas melhorias conquistadas e descobertas, dia após dia, nos processos executados pelos colaboradores, como a redução do tempo gasto, o aumento da qualidade dos serviços executados e a economia financeira conquistada. Todos os pontos que forem identificados e verificados como uma melhoria devem ser divulgados para toda a equipe de trabalho, buscando sempre a uniformização dos processos [15].

Porém, muitas vezes este recurso necessita de alguma base, alguma referência para ser aplicado. Para esta atividade, devem ser aplicados e utilizados, no setor de Engenharia Clínica, os indicadores de desempenho de qualidade, também conhecidos por Quality Performance Indicador (QPI) [1].

Indicadores de desempenho são ferramentas de monitoramento que tem a função de verificar a eficiência e a eficácia das atividades dos setores ou de uma empresa em geral. O uso de indicadores é de extrema necessidade para a verificação e

melhoramento dos serviços de qualquer setor ou empresa. Ele traz consigo dados que podem evidenciar em que ponto o setor possa estar se deparando com alguma deficiência ou dificuldade, acelerando a implementação de algum plano de correção ou simplesmente o seu acompanhamento, caso as metas dos indicadores tenham sido atingidas. Aplicando, assim, uma cultura de melhoria contínua em toda a equipe [16].

A escolha dos indicadores deve ser aplicada e adaptada à realidade do setor de Engenharia Clínica em cada OPSS, pois cada um possui sua particularidade, e podem ser adicionados e, ou, excluídos a qualquer tempo dependendo da necessidade do setor, sendo devidamente justificadas. Estes indicadores devem ser claros, objetivos e devem possuir uma certa relevância para o setor e a OPSS, assim como uma meta, pré-estabelecida, a ser atingida periodicamente por cada indicador, de preferência mensalmente, tornando-o mais visível a toda a equipe e mais fácil de ser comparado e gerenciado [1].

Na visão de Bronzino [1], para a escolha dos indicadores a serem utilizados, podem ser seguidos os seguintes passos:

- Verificar qual variável deve ser acompanhada;
- Estabelecer quais os dados que devam ser capturados para esta variável;
- Realizar a coleta desses dados;
- Definição de metas alcançáveis para estas variáveis;
- Realizar o gerenciamento das informações que esses indicadores podem trazer.

Como exemplos de indicadores de desempenho que podem ser utilizados pela Engenharia Clínica, podem ser citados:

- Tempo de atendimento a chamados de manutenção corretiva;
- Quantidade e percentual de manutenções planejadas realizadas, incluindo manutenções preventivas, calibrações e testes de verificação periódicos;
- Quantidade e percentual de manutenções corretivas concluídas;
- Tempo médio de parada dos equipamentos enquanto em manutenção;
- Custos totais gerados pelas manutenções, como compra de peças para conserto de equipamentos, e ações da Engenharia Clínica, como treinamentos para utilização de equipamentos mais complexos;

3.5 Diagrama de Ishikawa

A partir da análise dos resultados dos indicadores, individualmente e coletivamente, pode-se verificar onde devem ser direcionados os esforços por parte da equipe para que se busque a melhora e cumprimento das metas pré-estabelecidas, garantindo o alcance do beneficiamento dos processos.

Para esta análise, e uma futura tomada de decisões em relação aos problemas que possam estar impedindo o cumprimento das metas, outra ferramenta bastante útil é o Diagrama de Causa e Efeito, também conhecido como Diagrama Espinha de Peixe (dado o seu formato gráfico de "esqueleto" de peixe), ou Diagrama de Ishikawa, tomando o nome de seu desenvolvedor, Kaorou Ishikawa [17].

Este diagrama permite identificar e explorar, graficamente, as possíveis causas de um problema específico ou fatores que venham a interferir no processo, como a baixa eficácia nas manutenções corretivas ou o não seguimento de qualquer fluxo de trabalho. Estas causas devem ser analisadas com toda a equipe envolvida, tanto a interna quanto a de outros

setores interessados na solução do problema, pois podem ser evidenciados os motivos que o Engenheiro Clínico possa não estar reconhecendo, fortificando ainda mais o envolvimento multidisciplinar da OPSS, e, além do exposto, sendo uma evidência para as instituições acreditadoras do alto nível de gestão em aplicação, requisito cobrado para a ONA nível 2 [10].

As possíveis causas do problema podem ser levantadas por meio de algumas técnicas, dentre elas o brainstorming. Nesta etapa são levantadas todos e quaisquer fatos que possam estar ocasionado o problema em si, desde as ideias mais inesperadas as mais complexas possíveis, dinamizando o alcance da(s) causa(s) raiz(es) do problema [17].

As causas podem ser divididas em seis categorias, segundo este diagrama, conhecidos como os 6 M's. São eles [17]:

- Método: é o método de execução dos serviços especificados, é a maneira de como eles são aplicados;
- Matéria-prima: item relacionado com a matéria-prima utilizada na execução dos serviços, como peças de reposição ou itens descartáveis;
- Mão de obra: problemas relacionados a mão de obra utilizada, como falta de capacitação, pressão na execução dos serviços, imprudência, dentre outros;
- Máquinas: está vinculado com os equipamentos e ferramentas utilizados para as manutenções, que podem estar com defeitos, desgastadas ou serem inadequados para aquela operação;
- Medida: envolve os instrumentos de medida, calibração, acompanhamento de indicadores e sua efetividade;
- Meio Ambiente: o ambiente em si, que pode oferecer variáveis fora do desejado, como poluição, temperatura e humidade fora dos padrões

recomendados, espaço mal dimensionado, dentre outros.

Graficamente, estas causas irão compor, cada uma, uma costela de um peixe, enquanto o efeito (o problema que estaria sendo sondado sua solução) seria a coluna vertebral de um peixe. Resultando, assim, a imagem de uma espinha de peixe ao diagrama, exemplificado na Figura 2

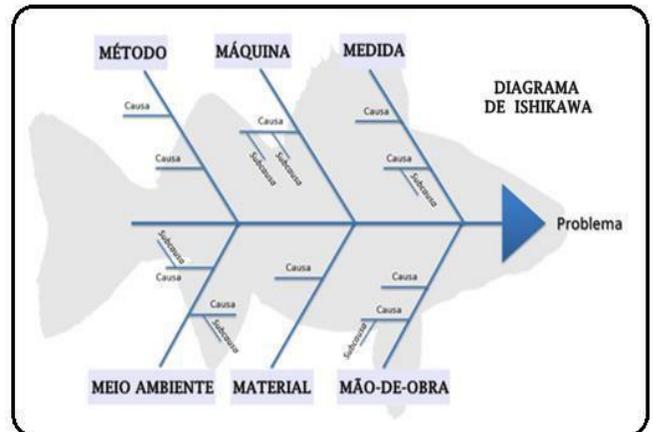


Figura 2: Diagrama de Ishikawa. Fonte: Adaptado de <http://www.portal-administra-cao.com/2014/08/diagrama-de-ishikawa-causa-e-efeito.html>.

Após a montagem das causas em suas categorias e, focando no problema especificado por elas, a visualização da sua causa raiz fica melhor evidenciado graficamente. Assim podem ser tomadas as melhores medidas para a solução deste [17].

Porém, é uma ferramenta que demanda bastante trabalho, pois a cada novo problema, deve-se percorrer todas as etapas de levantamento de possíveis causas, diagramação e visualização do problema. Havendo a necessidade de novas reuniões por parte dos interessados, tornando o trabalho repetitivo e cansativo. Deve ser utilizado para problemas que afetem com certa gravidade a organização ou o gerenciamento do parque de equipamentos médico-hospitalares desta, ou ainda, que esteja abrangendo vários setores críticos e que necessitam de uma solução eficaz a todos.

3.6 Ciclo PDCA

Uma ferramenta, que também é difundida como conceito, que não deve ser descartada para um bom gerenciamento dos equipamentos médico-hospitalares de uma OPSS é o Ciclo PDCA. O ciclo PDCA foi inicialmente idealizado pelo americano Walter A. Shewhart, através do

Ciclo de Shewhart, e disseminado, pelo estatístico, também americano, William E. Deming durante a metade do século XX. Como algumas outras ferramentas e técnicas da qualidade, ela é advinda do Japão pós Segunda Guerra Mundial, evidenciando a grande participação deste país para a história e evolução da gestão da qualidade [3].

A indicação de seu uso, primordial para a manutenção do título de organização acreditada à OPSS, vem da solicitação dos órgãos acreditadores, que analisam a melhoria contínua dos processos já acreditados anteriormente. As letras da sigla PDCA, termo em inglês, definem sua funcionalidade. Sendo [18]:

- Plan (planejar): é uma das etapas mais importantes do ciclo, pois se trata do primeiro ponto de partida, a do planejamento das ações. Nesta fase é onde ocorre o levantamento dos dados, análise desses dados e o estabelecimento dos objetivos;

- do (executar): aqui é posto em prática as ações e estabelecidas na fase anterior (Plan), após devida qualificação, através de treinamento e orientações, a todos os executores das ações previstas, devendo haver uma aplicação gradual e coordenada das ações, sempre objetivando as metas que foram estabelecidas;

- Check (verificar): esta fase tem por objetivo verificar as ações planejadas e executadas até então, segundo as diretrizes tomadas. Sendo os resultados coerentes com o que poderia ser esperado na fase de planejamento;

- Action (ação): esta etapa pode ser configurada em duas vertentes, a primeira é, caso os resultados obtidos estejam em conformidade com os esperados, mostrando assim a eficácia das ações tomadas. Neste caso positivo, deve-se tornar a ação uma rotina, um padrão, sempre esperando seus melhores resultados. Em segunda alternativa, caso os resultados estão desconformes com o esperado, deve-se verificar e aplicar as correções necessárias ou, em casos mais graves, pode-se aplicar novos planos de ação, sempre visando as metas pretendidas.

Estes quatro pontos formam o Ciclo PDCA, mostrado na Figura 2, que deve ser rodado continuamente, para que sejam mantidos os padrões de eficácia, eficiência e efetividade desta ferramenta [18].

Com o auxílio desta ferramenta, pode-se gerenciar toda a operação das manutenções preventivas, verificações de funcionalidade periódicas, testes de verificação de segurança elétrica e calibrações (Do), que normalmente tem planejamento anual (Plan) e verificação de sua efetividade mensal (Check). Havendo qualquer discordância, entre as manutenções planejadas e os indicadores que as mapeiam, que são de suma importância, deve-se executar um plano secundário de ação (Action), buscando, desta maneira, o cumprimento das metas pré-estabelecidas para tal atividade.

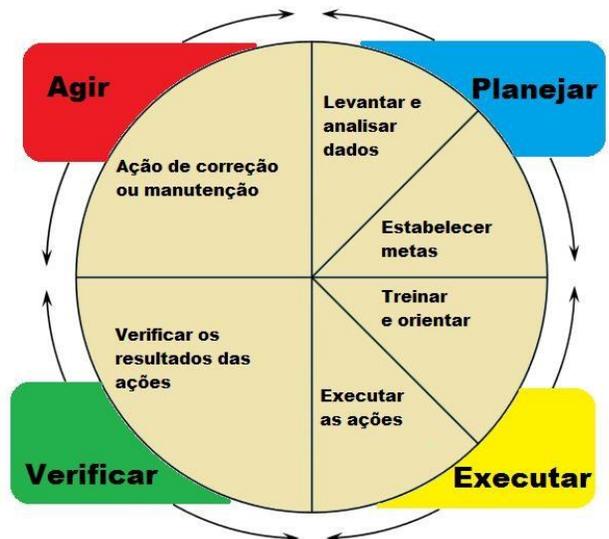


Figura 3: Ciclo PDCA. Fonte: Adaptado de Camargo [18].

4 Conclusões

A obtenção e manutenção do selo de acreditação hospitalar traz à OPSS:

- Envolvimento do Setor de Engenharia Clínica no processo de Acreditação Hospitalar;
- Uma diretriz em busca da melhoria contínua na assistência aos pacientes, sempre na procura da superação da expectativa de atendimento destes;
- Um ambiente de trabalho controlado com níveis cada vez maiores de qualidade, eficiência, eficácia e segurança;
- Uma maior competitividade empresarial no mercado de assistência à saúde.

Destarte, este artigo apresentou como se deu a evolução da qualidade e como ela foi situada na área da saúde e cuidados com o paciente, chegando até o momento da demonstração da importância do profissional de engenharia clínica para uma OPSS na atualidade. Além de contribuir, para os Engenheiros Clínicos, como material de consulta e orientação na aplicabilidade de Ferramentas Gerenciais da Qualidade, atendendo os padrões requisitados pelas acreditações hospitalares ONA e JCI, no que se refere ao gerenciamento de equipamentos médico-hospitalares.

Referências

- [1] Bronzino, Joseph D. *Clinical Engineering*. CRC Press, 2003.
- [2] Fernandes, Waldir Algarte. *O movimento da Qualidade no Brasil*. Essential Idea Publishing, 2011.
- [3] Carvalho, Marly Monteiro de; Paladini, Edson Pacheco. et. al. *Gestão da qualidade: teoria e caos*. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- [4] PAIXÃO, Waleska. *História da Enfermagem*. Rio de Janeiro: Júlio C. Reis, 1979.
- [5] Feldman, L. B.; Gatto, M. A. F.; Cunha, I. C. K. *O. História da evolução da qualidade hospitalar: dos padrões à acreditação*. Acta Paulista de Enfermagem, v. 18, n. 2, São Paulo, 2005.
- [6] Organização Nacional de Acreditação (ONA). *Manual para Avaliação e Certificação de Organizações Prestadoras de Serviços Hospitalares*. Brasília, 2014.
- [7] Ramirez, E. F. F.; Calil, S. J. *Engenharia Clínica: Parte I – Origens (1942-1996)*. Semina: CI Exa-tas/Tecnol. Londrina, v.21, nº4, p. 27-33, dez. 2000.
- [8] Joint Commission International (JCI). *Joint Commission International Accreditation Standards for Hospitals 5th Edition*. [http://www.jointcommissioninternational.org/jci-hospital-5th-edition-ebook-package-english-/,](http://www.jointcommissioninternational.org/jci-hospital-5th-edition-ebook-package-english-/) março de 2014.
- [9] Organização Nacional de Acreditação (ONA). *Caderno Institucional*. <https://www.ona.org.br/Pagina/20/A-ONA>.
- [10] Organização Nacional de Acreditação. *MA5/2: Gestão de Equipamentos e Tecnologia Médico-Hospitalar*. Brasília, 2006.
- [11] Malik, A. M.; Schiesari, L. M. C. *Qualidade na gestão local de serviços e ações de saúde*. São Paulo: FSP-USP, 1998.
- [12] BRASIL. Anvisa. *Consulta Pública nº70 de 11 de julho de 2007*. Brasília: Anvisa, 2007.
- [13] Scartezini, Luís Maurício Bessa. *Análise e Melhoria dos Processos*. Goiânia, 2009.
- [14] Werkema, M.C.C. *Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos*. Belo Horizonte: Werkema Editora LTDA, 2006.
- [15] Briaes, Júlio Aragon. *Melhoria contínua através do kaizen: Estudo de caso Daimler Chrysler do Brasil*. Dissertação de Mestrado em Sistema de Gestão. Universidade Federal Fluminense, Niterói – RJ, 2005.

[16] Pegoraro, Alysson Hoffmann. Uma Metodologia para a Avaliação e Melhoria da Qualidade em Empresas de Serviços com o Uso de Indicadores. Florianópolis. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.

[17] Araújo, Luís César G. de. Organização, Sistemas e Métodos e as tecnologias de Gestão Organizacional. 2ª edição. São Paulo: Atlas, 2006.

[18] Camargo, Wellington. Controle de Qualidade Total. Instituto Federal do Paraná, Ministério da Educação, Paraná, 2011.

O Papel da Comunicação na Elicitação de Requisitos – Entrevistas e Brainstorming

The Role of Communication in Requirements Elicitation – Interviews and Brainstorming

Hugo Felipe Dias da Costa¹

João Henrique Correia Pimentel²  <http://orcid.org/0000-0002-7441-0796>

¹ Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil,

² Universidade Federal Rural de Pernambuco, Cabo de Santo Agostinho, Brasil

E-mail do autor principal: Hugo Felipe hugofdias7@gmail.com

Resumo

Este trabalho tem como objetivo compreender a forma como as técnicas e os conceitos de comunicação podem auxiliar a elicitação de requisitos, na área de Engenharia de Software. A elicitação de requisitos é de extrema importância para o desenvolvimento do software, permitindo a compreensão do problema a ser resolvido. Em particular, são analisadas duas técnicas de elicitação: Entrevista e Brainstorming. Este estudo parte da premissa de que a comunicação é uma etapa crucial para o sucesso da elicitação e que os elementos da comunicação – em particular a fala e a audição – são fatores que influenciam a coleta de informações sobre os requisitos dos stakeholders pelos engenheiros de requisitos.

Palavras-Chave: Engenharia de Software; Engenharia de Requisitos; Elicitação de Requisitos; Técnicas de Elicitação; Comunicação;.

Abstract

This work aims to investigate how the techniques and concepts of communication may assist in requirements elicitation, in the area of Software Engineering. Requirements elicitation is of extreme importance in the context of software development, allowing to understand the problem being addressed. In particular, two elicitation techniques are analyzed: Interview and Brainstorming. This study starts from the hypothesis that communication is a crucial step for the success of requirements elicitation and that the elements of communication – in particular speaking and listening – are factors that influence the gathering of information about the stakeholders' requirements by requirements engineers.

Key-words: *Keywords: Software Engineering; Requirements Engineering; Requirements Elicitation; Elicitation Techniques; Communication.*

1 Introdução

O número de tarefas executadas pelas pessoas em relação ao tempo é geralmente grande e demanda muito trabalho. Daí surge a ideia de automatizar essas tarefas criando um software que facilite o trabalho e conseqüentemente reduza o tempo. O software facilita a comunicação entre a máquina e o homem, com finalidade de dirigir na tomada de decisão nos negócios e no cotidiano, proporcionando soluções para problemas dos mais variados, segundo De Souza Rodrigues [1]. Para criar estes softwares precisa-se entender a necessidade do cliente e atender as suas expectativas.

Na construção de um software é necessário a execução de tarefas fundamentais e indispensáveis para extrair as informações do cliente, a fim de levantar requisitos essenciais, aqueles que dizem respeito às principais propriedades que darão a estrutura inicial para desenvolver o software. Segundo Silva [2], a elicitação de requisitos é a compreensão das necessidades e expectativas esperadas do sistema levantados pelo o usuário, junto ao engenheiro de requisitos, e se faz necessário que seja tratada com grande importância.

Belgamo [3] afirma que o engenheiro de requisitos, para extrair os requisitos para o desenvolvimento do software, encontrará diversas dificuldades, tais como: o usuário não saber efetivamente o que ele quer e dificuldades de comunicação entre usuário e desenvolvedor. Para auxiliar nesta atividade, o engenheiro requer uma boa comunicação através da execução de técnicas de elicitação: entrevistas, reuniões em grupo, entre outras, junto às pessoas envolvidas, que irão contribuir para a otimização do projeto, chamados de stakeholders.

Caso existam barreiras que interfiram nesta comunicação a qualidade do software poderá não ser satisfatória, havendo divergências na elaboração do projeto para o cliente, bem como retrabalho e perda de tempo no desenvolvimento do projeto. De acordo com Belgamo [3], desde o início do projeto muitos problemas podem ser observados, tais como: a possível escolha errada dos entrevistados, especificações incorretas dos requisitos ou mesmo dificuldade de comunicação devido às diferentes personalidades, pois aspectos sociais interferem na elicitação dos requisitos. Estes problemas, se não

cuidados, podem levar o usuário a não estar satisfeito com o resultado do projeto.

De acordo com Chiavenato [4], a comunicação é indispensável para a elicitação dos requisitos, mas nem todos estão aptos ou são capazes de criar o tipo de ambiente de trabalho rico em informações, pois isto demanda ouvidos atentos, e preparo para entender a linguagem para além das palavras. Apesar dos progressos da tecnologia da informação e da comunicação, esta entre as pessoas ainda deixa muito a desejar. Isso ocorre visto que a mesma não depende apenas da tecnologia, mas sim do convívio interpessoal e da compreensão da linguagem dentro do contexto de uso, um processo caracterizado por ser dinâmico.

Algumas equipes de desenvolvimento de software erram ao não dedicar tempo suficiente para entender, interpretar, extrair e registrar do cliente o que ele realmente precisa. A comunicação é intrínseca a essas atividades, seja entre a equipe e outros stakeholders (como clientes e usuários) ou seja internamente (entre engenheiros de requisitos, gerentes, desenvolvedores, etc.).

A comunicação é importante não apenas durante a elicitação de requisitos, mas também durante todas as fases do projeto. Por falta de uma comunicação apropriada, muitas falhas são cometidas, podendo até mesmo causar transtornos maiores e perda de tempo para a reversão de situações críticas. A Realização desta comunicação requer determinação e organização para auxiliar nas tomadas de decisões do projeto e estimular o comprometimento e a aproximação entre todos os participantes.

Monteiro e Alencar [5] também chamam a atenção para a falta de um gerenciamento adequado das comunicações como uma das principais causas de fracasso em projetos de software. Ainda para esses autores, o objetivo da comunicação eficaz é o seguinte: estabelecer canais que possibilitem o relacionamento ágil e transparente, da direção com o público interno e entre os próprios elementos que integram a elicitação.

A comunicação interpessoal, apesar de não ser muito pesquisada nas engenharias, já possui um grande corpo de conhecimento adquirido em áreas como Linguística, Psicologia, Sociologia e Administração, afirma Penteadó [6]. Este trabalho tem como objetivo iniciar um conjunto de estudos que permita a aplicação desse conhecimento à Engenharia

de Software, identificando de que forma as técnicas de comunicação podem auxiliar no processo de Engenharia de Requisitos. Como objetivo específico, neste trabalho analisamos como o conhecimento sobre a audição e a fala pode beneficiar a aplicação de duas técnicas de elicitação de requisitos: Entrevista e Brainstorming.

Este artigo foi estruturado e dividido nas seguintes seções: na seção 2 está descrita a metodologia utilizada. A seção 3 é descrita a comunicação. A seção 4 contém uma visão geral de Engenharia de Requisitos e as técnicas de elicitação selecionadas para este trabalho: entrevista e brainstorming. Na seção 5 são apresentadas as análises das duas técnicas de elicitação escolhidas. Na seção 6 encontram-se a conclusão e trabalhos futuros.

2 Metodologia

Esta pesquisa tem ênfase qualitativa e é de tipo bibliográfica. Para o desenvolvimento da pesquisa foi realizada uma consulta no Google Acadêmico e em bibliotecas. Nesta pesquisa foram utilizadas as seguintes palavras-chave: "Engenharia de Requisitos", "elicitação de requisitos", "técnicas da elicitação" e "comunicação". Posteriormente foram consultados trabalhos sobre duas técnicas de elicitação em específico: Entrevista e Brainstorming. Foram considerados os trabalhos cujos resumos tinham relação com o objetivo de pesquisa proposto.

Os resumos dos trabalhos encontrados foram lidos e analisados no sentido de se verificar sua pertinência para o estudo em questão e desconsiderados aqueles que fugiram ao tema proposto. Em seguida foi realizada a leitura e análise dos conteúdos que contribuíam para o objetivo deste trabalho e realizada a composição do presente texto.

As principais fontes de informação sobre comunicação adotadas neste trabalho foram "A Técnica Da Comunicação Humana" [6], "Comportamento Organizacional" [4], e "Introdução à Linguística" [7].

Nas próximas seções será apresentada a fundamentação teórica deste trabalho: inicialmente,

uma introdução aos principais conceitos de comunicação; em seguida, uma visão geral sobre Engenharia de Requisitos, com foco em elicitação.

3 Comunicação

Conforme Chiavenato [4], a comunicação pode ser entendida, de forma simples, como a troca de informação entre o emissor e o receptor. Essa troca é realizada através de um meio de transmissão de uma pessoa para outra, em que o emissor tem o dever de transmitir a informação de forma clara e coerente para que o receptor possa interpretá-la e compreendê-la.

O processo de comunicação é um mecanismo de reciprocidade e implica na troca de sinais com intenção de enviar e compreender a mensagem entre duas ou mais pessoas.

No processo comunicacional é de suma importância a atenção aos mínimos detalhes, para reduzir ao máximo os fatores que provocam ruído e que, conseqüentemente, podem alterar ou interferir em toda a comunicação. Nesse sentido, é importante observar não apenas a linguagem verbal (uso da fala ou escrita), como também a linguagem não verbal (uso de figuras, imagens, símbolos, postura corporal e gestos).

A comunicação se desenvolve a partir de alguns elementos, quais sejam: fonte, codificação, canal, decodificação, receptor e retroação (Figura 1). O ruído pode se apresentar em quaisquer destes, prejudicando o processo comunicacional. Cumpre ressaltar que, para que a comunicação possa ocorrer de maneira eficaz, cada um dos aspectos explicitados deve funcionar corretamente. A seguir, apresentamos a definição dos elementos que compõem a comunicação, de acordo com Chiavenato [4].

Fonte: É responsável por transmitir a mensagem, quem (Fonte) está comunicando a quem (Receptor). Também chamada de Emissor. Na comunicação existe uma fonte, uma pessoa ou grupo, com intuito de

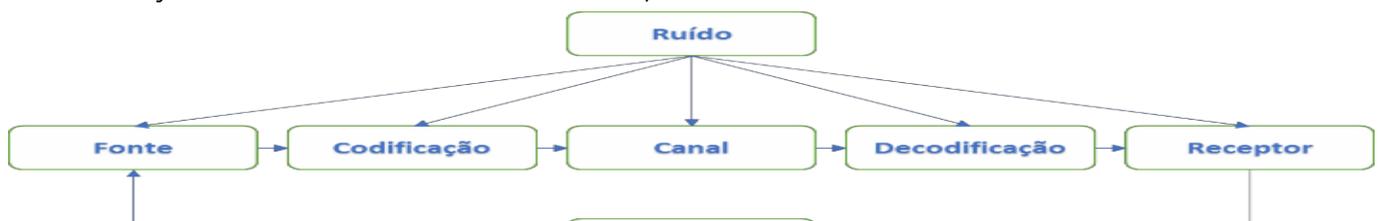


Figura 1: Esquema do processo da comunicação. Adaptado[14].

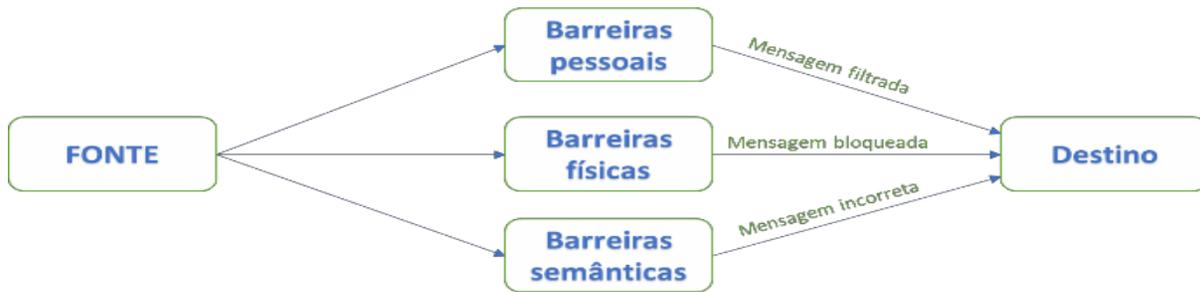


Figura 2: Como funcionam as barreiras à comunicação. Adaptado[14].

empenhar-se para codificar a mensagem, a fim de comunicar-se com o destino final, o receptor.

Codificação: Para que a transmissão da mensagem seja realizada, é necessário que seus símbolos sejam traduzidos de uma maneira que possa ser enviada adequadamente através do canal. Alguém que domina a linguagem é capaz de usá-la como ferramenta para esclarecer a mensagem.

Canal: É o meio responsável pela transmissão da mensagem, escolhida pelo emissor. Pode ser de forma eletrônica, impressa, com a própria voz, ou até mesmo não-verbal, utilizando gestos.

Decodificação: Este processo é responsável por traduzir e interpretar a mensagem para o receptor enviada pelo emissor. Quando uma pessoa detém conhecimento da linguagem usada é capaz de compreender o que está nas entrelinhas.

Receptor: É a pessoa ou grupo a quem a mensagem foi dirigida. Também chamado de destino final.

Retroação: Conhecido também por feedback. O receptor verifica se houve sucesso da mensagem recebida e se sua compreensão foi alcançada ou não.

Ruído: São os elementos que podem interferir na mensagem, reduzindo ou invalidando a efetividade. O ruído pode estar presente em quaisquer das fases do processo de comunicação, por exemplo: impaciência e barulhos externos.

Nas subseções a seguir são apresentadas as principais barreiras na comunicação e algumas técnicas que podem ser aplicadas para melhorá-la, além de uma breve discussão sobre possibilidades de treinamento para o desenvolvimento da capacidade comunicativa.

3.1 Barreiras na comunicação

É notório que falhas na comunicação podem ser responsáveis por boa parte do insucesso, das perdas, dos prejuízos, atrasos e retrabalhos no processo de desenvolvimento de software. Tendo isso em vista, é muito importante avaliar e otimizar os elementos que favoreçam a comunicação eficaz. Contudo, na prática, existem diversas barreiras que se colocam diante do processo comunicacional efetivo. Para melhorar tal processo, é imprescindível compreender fontes de ruído que interferem diretamente na comunicação. De acordo com Chiavenato [4], existem três tipos de barreiras comunicativas: as barreiras semânticas, as barreiras físicas e as barreiras pessoais.

O esquema acima (Figura 2) ilustra o processo de ruído provocado por tais barreiras à comunicação, mostrando como uma mensagem pode sofrer interferências até chegar ao destino.

3.1.1 Barreiras Pessoais

Certos atos falhos na hora de ouvir e observar, envolvendo emoções e variados tipos de sentimentos, influenciam na criação de barreiras pessoais. Tais hábitos baseiam-se também em crenças e percepções negativas. Por exemplo: caso uma pessoa tenha uma visão negativa dos fatos, a comunicação que ocorrerá será filtrada negativamente. O estado psicológico, emocional, também contribui como uma barreira, juntamente com o preconceito (classe social, gênero etc.).

Penteado [6] chama esses fatores de barreiras mentais: indiferença, impaciência, preconceito, preocupação. Todos estes fatores refletem diretamente durante um diálogo ou reunião, influenciando diretamente a sua eficiência

3.1.2 Barreiras Físicas

A barreira física inclui o ruído que independe dos envolvidos que estão se comunicando, criando distrações. Inúmeros fatores contribuem para a distração física durante a tentativa de comunicação, podendo afetar diretamente no processo e, principalmente, no resultado esperado.

Alguns exemplos de distrações físicas são: dispositivos digitais com estímulos excessivos, chegada de pessoas no ambiente, mesa mal posta/desarrumada, assentos desconfortáveis, barulho externo, entre outros. Tais fatores que contribuem para essa distração interferem na comunicação.

Outras barreiras físicas, listadas por Penteadó [6], incluem: a temperatura da sala, o ruído, a iluminação, o ambiente da sala, condições de saúde, forma de apresentação.

3.1.3 Barreiras de Semântica

Em linhas gerais, os problemas de semântica estão mais relacionados à linguagem empregada. A barreira da semântica acontece quando há discordância das palavras que estão sendo utilizadas e na má formação da mensagem. Às vezes, para surpreender/impressionar o receptor, a informação pode ser proferida de maneira excessivamente rebuscada e truncada, criando uma mensagem não objetiva. Nessa perspectiva, o nível de compreensão do receptor também deve ser considerado.

Esses cuidados relacionados à construção da mensagem (adequação da linguagem, escolha do vocabulário utilizado etc.) devem ser tomados no sentido de favorecer a interpretação da outra pessoa ou do grupo de pessoas envolvido. Mensagens confusas para o receptor, ou com sentido ambíguo, funcionam como ruído no processo comunicativo. A mensagem pode ser distorcida ao final ou, até mesmo, apresentada com o sentido oposto do que fora proposto inicialmente.

Além de tais questões destaca-se, também, o fato de que o processo comunicativo pode ser estabelecido entre pessoas de diferentes idiomas, com jargões, expressões idiomáticas, termos específicos de determinadas regiões etc. Todos esses aspectos podem interferir negativamente no processo comunicativo, comprometendo a sua eficácia.

3.2 Técnicas de Comunicação

A comunicação é uma via de mão dupla. Saber ouvir é tão importante quanto saber falar. Por tal razão a maioria das pessoas ouve tão mal ou simplesmente não ouve. Conforme Schermerhorn [8], ouvir bem é uma grande vantagem disponível a todos, inclusive aos profissionais que lidam durante grande parte do dia com a comunicação.

Um bom ouvinte observa os fatos com outros olhos e aumenta a capacidade de compreensão. Em uma conversa, ou em uma reunião, é primariamente através da audição que as informações se transformam em nossa mente e adquirimos o conhecimento. Um ouvinte atento conta com diversas vantagens: dispõe de melhor informação, economiza tempo, estimula a outra pessoa a falar e previne entendimentos equivocados. Uma das formas mais simples e eficientes de perceber se duas pessoas estão abertas a ouvir as ideias de outros é colocar duas pessoas frente a frente: cada um expõe seu ponto de vista e logo depois cada um repete o que o outro disse. Isso fará com que a pessoa preste atenção e escute atentamente o que o outro quis dizer, declara Penteadó [6]. A nossa predisposição para ouvir irá deixar eficiente ou não a nossa audição.

Schermerhorn, Hunt e Osborn [8] afirmam que a ausência de feedback também atrapalha no processo e contribui como uma barreira/ruído na comunicação. Os referidos autores defendem que a ausência de feedback pode causar dificuldade à efetividade da comunicação, no sentido de que a retroação é justamente o elemento constitutivo da comunicação que proporciona saber se uma mensagem foi recebida com exatidão ou não. O feedback pode ser realizado como uma resposta à mensagem que foi enviada, por meio de um relatório, com outra mensagem, ou linguagem não-verbal.

A pragmática constitui um campo da linguística que tem nos ajudado compreender os processos da comunicação, que pode ser aplicada a Engenharia de Requisitos; assim escolhemos as máximas conversacionais por se tratar de princípios norteadores, que permite ao indivíduo, estabelecer uma comunicação eficaz, proporcionando entendimento claro deste transcurso, segundo Fiorin [7].

3.3 Treinamento em Comunicação da Linguagem em Uso

No processo de elicitação de requisitos, se faz necessário um treinamento focado na comunicação em uso de maneira a garantir, que haja clareza neste processo, para isso é necessário a compreensão de alguns elementos da linguagem.

De acordo com Fiorin [7], a linguagem comunica além do que aquilo expresso pelo enunciado, pois, quando se fala, comunica-se conteúdo implícito, e são esses conteúdos que podem comunicar inúmeras necessidades imprescindíveis para o desenvolvimento do software.

Para isso é necessário treinamento para entender que existe alguns elementos da linguagem como inferência a enunciação constitui parte do discurso, que traz em si importantes pistas para entendermos a necessidade do cliente, mas que sem o devido preparo passará despercebido.

Para tanto é importante investir tempo em preparo, para que os profissionais possam desenvolver uma escuta atenta, pois agirão com mais segurança, e os resultados serão satisfatórios de ambas as partes deste processo. Portanto qualificando processo se qualificará o produto.

Para aprimorar nossa capacidade de ouvir podemos realizar atividades que ajudam a nos concentrarmos. Essas atividades podem ser realizadas até mesmo no ambiente do trabalho: tentar identificar as vozes das pessoas conhecidas e outros sons do ambiente. Também é possível realizar este exercício em qualquer outro local, basta apenas observar os sons que se repetem e tentar identificá-los, diz Penteadó [6]. Assim será exigido um maior nível de atenção para se distinguir os sons e conseqüentemente aumentar a capacidade de ouvir.

4 Engenharia de Requisitos

A engenharia parte da ideia de obter um conhecimento científico, com finalidade de construir, melhorar e manter os objetos relacionados em cada setor, segundo o dicionário Michaelis [9]. A Engenharia de Requisitos (ER) está contida na Engenharia de Software, responsável pela coleta de informações necessárias para o desenvolvimento do projeto. Segundo Sommerville [10], a Engenharia de

Requisitos é um processo que contém todas as tarefas exigidas para criar e manter os objetivos do sistema e auxiliar na obtenção de requisitos consistentes melhorando a qualidade do produto e aprimorando o processo de desenvolvimento.

Conforme Sawyer [11], Engenharia de Requisitos exige habilidades que estão ligadas com Engenharia de Software, mas também contém habilidades distintas. Por isso existe o papel de engenheiro ou analista de requisitos. Essa função não exclui o papel do engenheiro de software no desenvolvimento, entretanto enfatiza o papel do engenheiro de requisitos com atividades diferenciadas que intermedeiam os dois domínios: o domínio de desenvolvimento de software e o domínio de negócios.

A Engenharia de Requisitos estabelece uma base para o projeto e para sua construção. Sem ela existe uma grande probabilidade de o software não atender às expectativas dos clientes, afirma Pressman [12]. Atender os requisitos e objetivos do projeto é um dos principais pontos a caracterizar o sucesso de um software.

De acordo com Thayer e Dorfman [13], na Engenharia de Requisitos estão contidas atividades que ajudam a compreender melhor a necessidade do cliente: elicitação, análise, especificação, verificação e gerenciamento. Neste artigo abordamos apenas uma delas: a elicitação de requisitos.

4.1 Elicitação de Requisitos

Todas as tarefas que fornecem base para o desenvolvimento do software são relevantes. Na elicitação de requisitos não é diferente, ela possui um papel inicial muito importante, tornando mais fácil o entendimento, diminuindo as chances de ocorrer perda de tempo, retrabalho e contradição entre os requisitos, asseguram Rocha e Magalhães[14].

Contida na Engenharia de Requisitos, a elicitação de requisitos tem como objetivo primário identificar os fatos e entender quais as necessidades do usuário que deverão ser atendidas para iniciar o desenvolvimento do software, afirmam Sommerville e Kotonya [15]. A elicitação é de suma importância para a elaboração do software, pois contribui definindo os principais problemas e objetivos que o software deve resolver e permitindo a obtenção de informações mais

detalhadas dos requisitos que darão início ao andamento do projeto. Apesar da elicitação de requisitos ser uma das primeiras atividades a ser executada, não acontece somente uma vez. Ela ocorre durante outras fases do projeto em um processo de desenvolvimento incremental, que vai sendo realizado fracionadamente, à medida que for necessário obter mais informações do cliente.

Para iniciar à elicitação devemos definir as pessoas que serão envolvidas no projeto, chamadas de stakeholders. Elas têm um importante papel durante o ciclo de vida do projeto, pois a partir das informações obtidas com eles, através de seus conhecimentos e experiências, o projeto começa a ser delineado. Os engenheiros de requisitos utilizam técnicas de elicitação para auxiliar a coleta de informações que permitam a identificação das reais necessidades do cliente. Essas técnicas colaboram na formação de uma visão mais detalhada dos requisitos do sistema, sem as quais, a identificação e construção de soluções adequadas se tornam mais complexas.

Para que se tenha uma elicitação de requisitos satisfatória, é necessário o uso de técnicas que auxiliem o entendimento e comunicação entre o engenheiro de requisitos e os stakeholders, para que as divergências sejam evitadas. De acordo com Belgamo [3], o problema da elicitação não pode ser resolvido apenas com tecnologia, mas sim com um contexto social, além de afirmar que esta etapa é mais crucial que as fases de programação e o restante do projeto. Neste trabalho abordaremos duas técnicas de elicitação: Entrevista e Brainstorming, que são duas das técnicas mais utilizadas pelos engenheiros de requisitos, para a discussão e geração de ideias criativas[3][2]. Essas técnicas foram selecionadas por fornecerem um meio de comunicação verbal entre duas ou mais pessoas e por permitirem uma maneira natural para expressar ideias e o exercício da audição. Artigo e/ou matéria de revista, boletim etc. em meio eletrônico.

4.1.1 Entrevista

A técnica da entrevista é fundamental para a elicitação por ser uma das formas de comunicação mais natural. É umas das técnicas simples mais utilizadas para detalhar os requisitos do software com o cliente, de acordo com Carvalho, Tavares e Castro [16]. A entrevista é uma forma de interação social, que parte da ideia de extração de informações do

entrevistado e apresentá-los como fonte de referência, muito utilizada por profissionais das ciências sociais, afirma Gil [17].

Na execução da entrevista, o engenheiro de requisitos debate o assunto proposto com os stakeholders com a finalidade de compreender as necessidades dos interessados, de modo que os envolvidos colaborem com informações relativas ao tema apresentado. A partir daí, tem-se um entendimento dos requisitos do sistema.

De acordo com Sommerville e Kotonya [15] existem dois tipos de entrevista: a estruturada e não estruturada. No primeiro tipo o entrevistador, engenheiro de requisitos, tipicamente já detém um conhecimento prévio do domínio e elabora perguntas pré-definidas a fim de coletar informações para definir os requisitos do projeto. Na entrevista não estruturada, por sua vez, não há elaboração de um questionário prévio. Ela permite que o entrevistado discorra de modo aberto suas ideias do sistema com o engenheiro fazendo pequenas interferências pontuais.

4.1.2 Brainstorming

Brainstorming, ou tempestade de ideias, é uma técnica para geração de ideias, muito utilizada em dinâmicas de grupo com o objetivo de entender de forma mais ampla as necessidades dos usuários, estimulando que seus participantes desenvolvam ideias criativas alega Soares [18]. Os stakeholders são reunidos em um ambiente apropriado que encoraje a participação, permitindo que a ideias sejam expostas em voz alta para que os demais sejam influenciados e sintam-se motivados a contribuir. Essas reuniões devem ser dirigidas por um líder, o engenheiro de requisitos, que tem a função de dar início envolvendo todos os participantes e de despertar o interesse dos mesmos para que a atividade seja produtiva, conforme De Souza Rodrigues [1].

Na primeira etapa desta técnica os participantes deverão expor suas ideias sem que haja crítica ou preconceito em relação a elas. Após a finalização desta etapa dá-se início à filtragem das ideias e discussão sobre as mesmas. Entretanto se a reunião for malconduzida, e os participantes não se respeitarem, poderá ocorrer ressentimento e tensão interna entre os participantes.

4.1.3 Entrevistas sobre entrevistas

<http://dx.doi.org/10.25286/repa.v2i4.845>

Essas técnicas de elicitação não são utilizadas apenas na área de Engenharia de Requisitos. Em particular, entrevistas são fundamentais em áreas como psicologia e jornalismo. Dessa forma, visando compreender mais o uso e o ensino dessa técnica em outros contextos, entrevistamos uma mestrandia em jornalismo pela UFPB, bacharel em jornalismo na UNICAP, conforme transcrição a seguir:

1. Durante a formação acadêmica de jornalismo, o profissional aprende a entrevistar ou é um dom nato?

Não, não, é uma técnica. Técnicas de Reportagem é o nome da disciplina que a gente tem dentro da grade de jornalismo, mais ou menos no segundo ano e meio do curso, no quinto período, a gente estuda essa disciplina. E existem várias técnicas, de como abordar, o que perguntar... a gente sabe que tem perguntas poderosas. São aquelas perguntas que vão fazer com que o nosso entrevistado fale aquilo que a gente precisa saber. Então a gente aprende toda uma técnica de perguntas: a gente faz um roteiro de perguntas, claro que esse roteiro ele não é fechado, a gente pode alterar algumas coisas na hora mesmo da entrevista. Algumas perguntas podem subir, podem ser descartadas, de acordo com o andamento do processo. Mas não é nada de dom não, é muito estudo, pelo contrário.

2. No âmbito acadêmico são estudadas técnicas para melhorar as reuniões em grupo?

Sim, sim a gente também tem condução, "né" de reuniões. Não é muito o foco do jornalismo. A gente prepara mais os alunos meio que pra o mercado pra fazerem matérias, entrevistarem. Mas a gente pode também é... No caso o passo a passo é mais ou menos assim: primeiro a gente estuda sobre o assunto, sobre a pessoa que a gente vai entrevistar, sobre o conteúdo. A gente tenta reunir o máximo de informações que a gente possa ter em um curto período de tempo de quinze minutos, mais ou menos. Mas claro que dependendo da matéria, tem matérias que a gente consegue um tempo maior, um dia, dois dias, mas isso são cada vez mais raros. Quando a gente está em redação a gente recebe uma folha de pauta, que nesta folha de pauta já vem as principais informações. Quando a gente vai pra campo, vai pra rua fazer a matéria, a gente já sabe mais ou menos o que está acontecendo. E aí depois a gente começa a elaborar as perguntas a partir daquilo. Normalmente

a gente faz um roteiro de uma entrevista comum, cinco a seis perguntas.

3. Para realizar uma entrevista, durante a faculdade, são estudadas e aplicadas algumas técnicas? Que técnicas?

Entendi. A gente tem várias. Cada pessoa tem um feeling, ele sente o momento apropriado em fazer determinada pergunta ou não. O que é que acontece? É muito comum hoje, porque o mundo está muito corrido, está todo mundo muito acelerado, não ter tantas entrevistas como antes presenciais. Porque nas entrevistas presenciais a gente consegue sentir mais o outro, a gente consegue saber se a pessoa está querendo fugir da pergunta, se a pessoa está desconfortável, se a pessoa está mentindo. "Né? " Existem algumas técnicas de neurolinguística que a gente consegue perceber quando o outro está querendo desviar do objetivo da pergunta. Mas não é muito comum a gente fazer entrevistas pessoalmente é mais por telefone ou então por e-mail e até por WhatsApp. "Né"? Então, o que é que acontece? Nisso a gente perde alguns elementos da comunicação não verbal. A gente não consegue ter esse feeling. Claro, que se a gente entender e conviver muito com o outro, a gente vai perceber pelo timbre vocal, se está falando certo ou não. Mas perdem outros elementos. Então assim, na graduação a gente incentiva os alunos a eles sempre estarem fazendo entrevistas pessoalmente para irem aprendendo. Mas com o passar do tempo a gente acaba utilizando outras plataformas, utilizando WhatsApp, Facebook, e-mail, telefone, áudio por WhatsApp e por aí vai. Vídeo conferência também. Pelo Messenger, que a conexão é mais segura, segura mais.

Hoje se adota mais já, essa entrevista pelo meio digital? É maior que a presencial?

Sim, bastante. Infelizmente sim. Claro, que quando são grandes reportagens, materiais mais amplos que precisam um trabalho maior de tempo, a gente faz pessoalmente. Mas a grande maioria é tudo digital. Tudo no meio físico.

4. Existe alguma técnica para concentração e/ou despertar interesse em ouvir?

Sim. A principal questão é você gostar de pessoas. Porque se você gosta de seres humanos naturalmente você vai desenvolver empatia, independentemente de ser uma pessoa estranha. Só que você não está agindo com seu contato. Então, o que é que acontece?

Você acaba começando a conversar, querendo saber... A dica sempre é: ter interesse pelo outro. Hoje em dia a gente está querendo muito contar a nossa história, nossa história de vida. Entendeu? O que a gente está vivendo, o que a gente está passando. E quer ouvir pouco o que o outro está vivendo, que o outro está passando. Então quando eu gero interesse pelo outro, eu consigo cativá-lo. E aí quando eu consigo cativá-lo, eu consigo fazer com que ele dance. É como se fosse uma música, a entrevista, sendo que quem está ditando o passo é o entrevistador. E aí a gente enquanto jornalista, a gente tenta fazer com que o entrevistado entre na dança junto com a gente. Ele entre no assunto com a gente pra a gente poder chegar com a matéria pra sociedade, pra dar um serviço público. Então quando a matéria é mais tranquila, no sentido de é uma matéria de bem-estar e qualidade de vida, é "mamão com açúcar". Todo mundo quer participar, todo mundo quer se posicionar, todo mundo quer falar. Mas quando é um assunto mais delicado: tipo política! Nem todo mundo quer se posicionar, nem todo mundo quer falar. Então a gente... existem fontes jornalísticas, são pessoas, que normalmente são as pessoas que já dão entrevistas em jornais, em rádios e TVs, que são pessoas já estão acostumadas a fazer isso e são pessoas disponíveis. A agenda do jornalista é uma agenda muito curta, então as vezes ele quer fazer uma entrevista, mas a pessoa nunca foi entrevistada. Então não tem aquela disponibilidade, ou então só quer presencial, e o jornalista não tem disponibilidade de ir. Então assim, pra evitar esses, esses ajustes, que as vezes a gente não consegue fazer, a gente costuma ter uma fonte jornalística, que é uma pessoa gabaritada pra responder sobre aquilo. Então, quando a gente tem um caderno de fontes, todo jornalista tem, então quando a gente já tem nossas fontes, já pra um determinado assunto, a gente... é natural recorrer sempre a elas. Não ficar mudando muito.

5. Como são tratados os ruídos que interferem durante a entrevista e reuniões? Algum método adotado para evitá-los?

Sim, tem alguns detalhes técnicos, "né"? Por exemplo: a gente nunca vai gravar na contraluz ou tirar foto na contraluz. Não vai funcionar, "né"? A gente também tem que ver o em torno, como é que está o ruído do ambiente. Se estiver num lugar muito barulhento, se o ar-condicionado está fazendo barulho, se tem equipamento eletrônico ligado, se o celular está tocando e no silencioso. Porque se chega mensagem no WhatsApp a cada um segundo, "né"? Então assim, tem alguns cuidados que a gente tem

que ter de preservação mesmo do material que vai ser produzido. Mas em linhas gerais, o que a gente precisa é focar atenção no outro. A nossa sociedade está cada vez mais tão acelerada que a gente não consegue perceber o outro. E aí quando a gente está com comunicação e a gente foca no outro, foca naquela comunicação, foca naquele momento, toda nossa atenção ela deixa de ser desviada para outros meios e fica naquele tempo de espaço e então a gente consegue um resultado muito maior. Acontece que a gente vai para as reuniões de trabalho, mas está pensando: "Poxa, reunião no meio do expediente, não vou conseguir entregar aquele relatório", ou então "poxa, reunião no meio do expediente, mas logo agora que eu queria fazer outra coisa", ou seja você está ali naquele momento... a preocupação é com outra coisa externa que influencia e interfere na reunião. Exatamente. A dica é: foque no momento presente. Para isso tem vários livros que ensinam técnicas de meditação, de concentração pra você estar focado naquele momento.

Uma técnica simples, que é uma técnica oriental que eu gosto muito, que eu ensino aos meus alunos em sala é o *tratak*, que é bem simples. Você desenha um círculo, normal, não precisa ser bom de matemática, e no meio você desenha um ponto, só um ponto. O exercício é você focar no ponto. Você vai focar tanto no ponto até que a borda do círculo desapareça de sua visão. Até isso acontecer, significa que você está focado no meio presente. Ou seja, você não está sendo desviado por nenhum pensamento e por nada que esteja acontecendo naquele momento. E aí quando você consegue-se fazer o exercício e consegue aumentar o tempo em que você consegue não enxergar a borda do círculo, você consegue ter um maior poder sobre a mente. Porque hoje em dia o que se mais pauta, puxando pra o ser humano, não pé nada fora, é consigo mesmo. É você conseguir controlar os seus pensamentos, controlar a mente, controlar a própria ansiedade, e aí tudo isso, esse exercício acaba ajudando e muito.

6. Existem maneiras em treinar o entrevistado a falar somente o indispensável e ser objetivo?

A gente tem alguns cursos. A gente tem um curso chamado *media training*, que a gente ensina grandes líderes, grandes empresários, gestores a falar com a imprensa. Então a gente tem *media training* para rádio, *media training* para TV, *media training* para impresso. Porque cada um desses veículos de comunicação possui características diferentes. E a gente precisa entender cada característica pra poder responder da melhor forma. Então assim, uma pessoa

<http://dx.doi.org/10.25286/rep.v2i4.845>

que ela é muito solicitada pra estar na mídia, pra estar dando entrevista, normalmente a gente indica esses cursos de media training porque a pessoa fica “mais fácil”, ela não fica tão nervosa, sabe, e se sente mais tranquila no processo. Mas aí se a pessoa não pode fazer um curso o que é que faz? Deixa o jornalista conduzir. Responda o jornalista, mas não é aquela resposta assim: “não”, “talvez”, “não sei”, sabe, jornalista tem uma aflição quando tem essas respostas. Responda ao jornalista assim, de uma forma mais solta, como se fosse um amigo. Mas não se desviar muito da conversa, porque também tem gente que quando se sente amigo quer falar da vida toda, “né”? Então assim, tentar ter um equilíbrio do que vai falar. Normalmente antes das entrevistas o jornalista sempre conversa com a fonte. Sempre conta pra ela qual o objetivo da matéria, qual o caderno que vai ser vinculado, qual o jornal, qual veículo. Porque assim a pessoa tem uma ideia de mais ou menos pra que caminho vai seguir.

7. As reuniões presenciais são mais produtivas que as digitais?

Depende muito do perfil das pessoas, nesse mundo que a gente está com muita gente da geração “Z” e “Y” entrando no mercado de trabalho, que são as pessoas mais antenadas, então assim é natural eles produzirem mais pelo meio digital. Porém é muito do perfil da empresa, do serviço. É, empresas mais tradicionalistas fica mais difícil adotar essa nova ferramenta de comunicação. Mas empresas mais jovens, mais arrojadas é mais tranquilo. Até porque o funcionário reflete muito o pensamento corporativo, então se é muito da gestão, é muito das pessoas, mas em nível de produtividade é da pessoa. Não tanto assim da empresa, nem de quem está conduzindo, de quem está participando. Porque as vezes, eles podem pegar uma reunião de negócios e entrar vários assuntos paralelos que não estavam na pauta e desfocar totalmente. Então é muito da forma de como está sendo gerenciado o processo.

8. Em questão do ambiente (mal arrumado, iluminação e poltronas desconfortáveis) que será realizada a entrevista ou reunião em grupo, influencia em algum aspecto?

Sim, tem isso também. Tem uma técnica chamada Feng Shui, que é uma técnica oriental também, que ela trabalha a organização do ambiente, tanto o ambiente empresarial como casa também. Pra que você possa ter um ambiente mais favorável ao

crescimento, ao desenvolvimento humano. Tem isso. Mas o que também acontece bastante, as pessoas acabam optando por determinadas carreiras, não por questão de vocação, mas por questão de escolha por salário, de oportunidade e por aí vai. Quando a gente está muito concentrado no ambiente, ou seja, quando consegue-se atingir nosso nível de flowing, que quando a gente... o que estiver acontecendo aqui externamente não impacta na minha produção, porque eu estou tão focada no meu resultado, no meu projeto, que pode estar chovendo lá fora, porque vou estar prestando atenção. A gente percebe isso quando a gente passa muitas horas e não percebeu que o tempo passou. São momentos que a gente consegue ter dedicação exclusiva naquele momento, e possivelmente isso está cada vez mais raro, “né”? O tempo todo a gente fica olhando para o celular pra ver, nossa ainda falta isso tudo de tempo. Então, a gente está cada vez mais distante desse momento de flowing, que é quando a gente consegue atingir o processo criativo mais pleno, a gente consegue atingir o nosso maior potencial humano. E é nesse momento independe se a sala está quente ou se está muito fria, independe se você está com fome e você acabou de lanchar, independe se a sala está com muito barulho, ou então com muito silêncio. Porque você está muito focado naquilo que tem que entregar.

Caso não haja essa concentração, estes outros fatores interferem na produtividade? Isso, bastante na produtividade. Você fica com baixa produtividade, não consegue se concentrar, não consegue ter ideias, não consegue finalizar as atividades, fica mudando de uma atividade para outra. Como uma olhadinha na internet, saindo de uma página para outra e não consegue ter atenção em uma coisa só.

5. Análise das Técnicas

Nesta seção é apresentada uma análise de duas técnicas de elicitação de requisitos: Entrevista e Brainstorming. Essa análise baseia-se nos conceitos, nas barreiras, e nas técnicas de comunicações, conforme introduzido na seção 4. Após a análise sucinta de cada técnica, são apresentados pontos em comum a ambas e considerações gerais.

5.1 Análise: Entrevista

Durante a execução de uma Entrevista ocorre frequentemente a variação de posições entre os papéis de emissor e de receptor, pelos engenheiros de requisitos e os demais stakeholders. Ou seja, ocorre uma alternância entre quem está falando e ouvindo em determinado momento. Eles revezando os papéis a partir do instante em que utilizam o canal da comunicação, neste caso a fala, quando cada um por sua vez é solicitado.

As máximas conversacionais, de acordo com Fiorin [7], constituem princípio norteador que cooperam com a comunicação, e por isso são imprescindíveis no processo da entrevista, pois permitem que a comunicação flua de maneira que as partes possam obter o maior resultado desta interação. Sabemos, contudo, que essas trocas verbais nem sempre são harmoniosas, mas dentro da entrevista é necessário que o entrevistador se esforce para explorar as máximas de maneira que haja uma fluidez das ideias.

Podemos exemplificar através da máxima de quantidade que trata o excesso de informações desnecessário sobre a pena de interferir no processo da entrevista através da indução dos resultados. Dentre a máxima de qualidade, a afirmação de informações não consistentes deve ser evitada sobre a pena de ter sua entrevista desqualificada, pois trará dúvidas sobre a processo. A pertinência é uma máxima que deve ser observada com rigor, pois a não observância trará perda de tempo, além desvios do objetivo proposto. A clareza deve ser um dos primeiros princípios a ser aplicada na entrevista, pois manterá a entrevista dentro do foco proposto, permitindo respostas precisas de maneira que colabore com desenvolvimento da técnica.

5.2 Análise: Brainstorming

Essa técnica de discussão em grupo permite que cada um possa contribuir, espontaneamente, apresentando novos conceitos para resolver o problema apresentado na discussão.

Como já sabemos que a escolha dos stakeholders deve ser um trabalho bem realizado, alguns problemas pessoais devem ser observados para que não haja problemas.

Durante o Brainstorming as ideias vão surgindo e o ideal é que todas as ideias expostas sejam aproveitadas e não sejam criticadas pelos componentes. Sendo assim, é importante atentar-se para barreiras pessoais que possam prejudicar a

sessão de Brainstorming. A impaciência por não ter tempo para ouvir, por não estar de acordo com o que a outra pessoa fala, ou a preocupação com algo que não condiz ao assunto abordado gera desconcentração e dificuldade de compreensão da reunião. No mesmo cenário está a indiferença, um ouvinte desinteressado não ouve devidamente o que está sendo exposto. O preconceito também interfere durante reunião, quando achamos que já sabemos do assunto abordado ou quando selecionamos para ouvir apenas aquilo com que concordamos. Essas barreiras pessoais têm o potencial de prejudicar a efetividade da elicitación durante a aplicação da técnica e acaba criando ruído e filtrando ou até mesmo bloqueando as mensagens.

Em momentos de apresentação, esta deve ser feita de forma atrativa e dinâmica para que desperte interesse individual dos participantes, pois o ouvinte desinteressado a ouvir cria barreiras e não mostra atenção pelo assunto abordado. Por outro lado, deve-se despertar interesse próprio ao ouvir.

5.3 Considerações gerais

A extração dos requisitos é indispensável para o desenvolvimento do sistema. É necessário então que se tome medidas visando reduzir as barreiras encontradas na elicitación dos requisitos. Além do engenheiro de requisitos ter o conhecimento de como identificar suas próprias barreiras, como já mencionado anteriormente, ele precisa ser proativo de forma a estimular os envolvidos na elicitación.

Na realização das técnicas de Entrevista e Brainstorming, o engenheiro de requisitos deve levar em conta de que fatores físicos atingem diretamente na extração das informações, podendo prejudicar na concentração e na audição dos envolvidos. É preciso preparar o ambiente de reunião para que o resultado seja satisfatório. A sala deve ser isolada dos demais ambientes para que não haja interferências, tal como barulho externo. Deve considerar também a temperatura da sala em que será aplicada a técnica, pois tanto o frio quanto o calor excessivo desconcentram, causando irritabilidade dos participantes. O ideal é que a sala esteja em uma temperatura agradável. O mesmo acontece com a iluminação, que deve estar de forma balanceada visto que muita luz ou pouca luz causam perturbação do indivíduo e impedem a concentração. Um bom ambiente favorável apresenta uma boa acústica, ajudando na audição, como os auditórios, igrejas e

cinemas, que são projetados para que o nível de atenção seja intenso. Ainda nesta sala, leva-se em conta as poltronas que devem ser confortáveis para que não crie irritação e, conseqüentemente, a perda da concentração.

A saúde do participante é um outro fator relevante. Se um stakeholder não estiver apto para aquele momento haverá indisposição física, prejudicando o nível de concentração e de audição.

Para se manter concentrado e ouvir melhor o indivíduo deve evitar distrações durante a reunião, estar disposto ter tempo para ouvir, não apoiar a cabeça, nem o corpo para ouvir e ficar sempre em uma postura firme para ouvir e também observar cada fator físico e mental que possam influenciar na concentração para falar e ouvir.

A atenção a esses fatores vai além do que é comumente prescrito em livros-texto de Engenharia de Requisitos, que focam no passo-a-passo para aplicação das técnicas de elicitação. Sendo assim, hipotetizamos que o estudo e a análise de conceitos e técnicas de comunicação por parte dos engenheiros de requisitos sejam benéficos para o resultado da elicitação de requisitos, uma vez que pode habilitá-los a identificar os problemas e aplicar as práticas e técnicas adequadas para melhor extração dos requisitos.

5.4 Conclusão e Trabalhos Futuros

Durante a realização deste estudo foi observado que a comunicação interpessoal não é amplamente abordada no âmbito da literatura acadêmica em Engenharia de Requisitos no Brasil, sendo mais frequente nas áreas de Linguística, Psicologia, Sociologia e Administração. Esse dado chama a atenção, tendo em vista a importância da comunicação para a Engenharia de Requisitos demonstrada durante o desenvolvimento do artigo, subseção 3 e seção 4.1. A comunicação eficaz requer que algumas atividades sejam cumpridas, além da ação comunicativa em si.

No que diz respeito às técnicas, que contribuem para o sucesso da elicitação: na comunicação, foi observado que existem técnicas para aprimoramento e favorecimento da concentração, estimulando interesse e melhorando a audição. Já no que se refere à importância da comunicação nos projetos de

software, coloca-se a relevância dos processos comunicativos para a eficácia do projeto no âmbito da Engenharia de Requisitos – ainda que seja uma área geralmente ainda não considerada com a devida importância.

Por fim, os problemas causados por falhas na comunicação na elicitação podem causar conflitos na equipe e trazer também outros tipos de prejuízos, tais como retrabalho, perda de tempo, aumentos dos custos, estresse da equipe.

Diante do encontrado, acreditamos que a comunicação ocupa papel fundamental durante todo a elicitação de requisitos para desenvolvimento de um software. Mesmo assim, os processos comunicativos nem sempre são plenamente valorizados, o que pode comprometer a eficácia da elicitação, em virtude dos ruídos na comunicação.

Este é um trabalho preliminar, que visa iniciar uma série de estudos sobre comunicação e como seus conceitos e técnicas podem ser aplicados para aperfeiçoar as atividades de Engenharia de Requisitos. Continuando ainda nesta temática, para um futuro estudo, será investigado como, na prática, a comunicação na elicitação de requisitos se dá em empresas que desenvolvem softwares. Bem como a análise do nível de importância que se atribui no interior dessas empresas à comunicação e quais impactos as falhas de comunicação podem trazer para a empresa.

Referências

- [1] DE SOUZA RODRIGUES, Débora - A Importância do Uso das Técnicas de Extração de Requisitos para o Desenvolvimento de Softwares - Três Lagoas
- [2] PENTEADO, Whitaker J. R. - A Técnica Da Comunicação Humana - 10. Ed - Editora Pioneira, 1987.
- [3] BELGAMO, Anderson, EDUARDO, Luiz, MAR- TINS, Luiz Eduardo - Estudo Comparativo Sobre as Técnicas de Elicitação de Requisitos do Software. Artigo - UNIMEP - Campus Taquaral - Piracicaba - SP, 2008.
- [4] CHIAVENATO, Idalberto. Comportamento Organizacional: a dinâmica do sucesso das organizações. 2. Ed. - Editora Elsevier Rio de Janeiro - RJ, 2005.

[5] MONTEIRO, Aleksandra; ALENCAR, Luciana Hazin. Análise dos problemas de comunicação em projetos de desenvolvimento de Software. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (EN- GEP). Foz do Iguaçu – PR, 2007.

[6] PENTEADO, Whitaker J. R. – A Técnica Da Comunicação Humana – 10. Ed - Editora Pioneira, 1987.

[7] FIORIN, José Luiz – Introdução à Linguística: objetos teóricos- Editora Contexto – São Paulo -SP, 2010.

[8] SCHERMERHORN, John R. Jr., HUNT, James G., OSBORN, Richard N. - Fundamentos de Comportamento Organizacional. 2. Ed. – Editora Bookman - Porto Alegre – RS, 2002.

[9] DICIONÁRIO MICHAELIS – Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=engenharia>> Acesso: 25/05/2017.

[10] SOMMERVILLE, Ian - Engenharia de software – 6ª Ed. – Pearson Education – São Paulo – SP - 2003.

[11] SAWYER, Pete - Software Requirements Engineering - An Introduction and Overview – Disponível:

<http://sce.uhcl.edu/helm/REQ_ENG_WEB/My-Files/mod1/swreqinto/SREngineering.htm> Acesso: 17/05/2017.

[12] PRESSMAN, Roger S - Engenharia de software, uma abordagem profissional – 8ª Ed – AMGH Editora Ltda. – Porto Alegre – RS - 2016.

[13] THAYER, R. H. e DORFMAN, M - Introduction to Tutorial software Requirements Engineering in Software Requirements Engineering, IEEE-CS Press, Second Edition, 1997.

[14] ROCHA, Rafael da Silva, MAGALHÃES, Terezinha Moreira – Engenharia de Requisitos – Revista Eletrônica – Fundação Educacional São José - 4ª Ed. Santos Dumont – MG, 2015.

[15] SOMMERVILLE, Ian e KOTONYA, Gerald - Requirements Engineering, processes and techniques – 1ª Ed – Editora: John. Wiley & Sons Ltd – England -1998.

[16] CARVALHO, Ana E.S, TAVARES, Helena C.T , CASTRO, Jaelson B. Uma Estratégia para Implantação de uma Gerência de Requisitos visando a Melhoria dos Processos de Software. WER01. Buenos Aires, Argentina, 2001.

[17] GIL, Antonio Carlos - Métodos e Técnicas de Pesquisa Social – 6ª Ed – Editora Atlas – São Paulo – SP, 2010.

[18] SOARES, Emiliane Silva - SWREQUIREMENT: Uma Proposta de Integração

de Técnicas de Elicitação de Requisitos ao Processo de Levantamento e Análise de Requisitos. UFLA, Minas Gerais, 2007.

Diversificação da Matriz de Energias Renováveis no Brasil: O Desenvolvimento das Novas Fontes de 2010 a 2016

Diversification of the Renewable Energy Matrix in Brazil: The Development of the New Sources from 2010 to 2016

Renan Teófilo Ferraz¹

Alcides Codeceira ¹

¹ Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil,

E-mail do autor principal: Renan Teófilo renan.teofilo@gmail.com

Resumo

É indubitável e bastante presente na literatura o fato de que o Brasil precisa diversificar sua matriz de energia renovável. Os Biocombustíveis, a energia eólica e energia solar receberam neste estudo toda a tenção como fontes a serem exploradas em prol desta diversificação. Os principais fatores para esta necessidade estão abrindo o panorama apresentado neste artigo, sobre a evolução da diversificação da matriz energética no Brasil nos anos de 2010 a 2016, com base no histórico evolutivo da produção das novas fontes a serem mais exploradas com o propósito desta diversificação. Por fim, é levantado o que foi feito e quais barreiras existem neste processo de diversificação que ainda há bastante o que evoluir.

Palavras-Chave: diversificação energética; energia renovável; novas fontes renováveis.

Abstract

The fact that Brazil needs to diversify its renewable energy matrix is undoubtedly and present in the literature. Biofuels, wind energy and solar energy in this study received all the attention as sources to be explored in favor of this diversification. The main factors for this need are opening the scenario presented in this article on the evolution of the diversification of the energy matrix in Brazil in the years 2010 to 2016, based on the evolutionary history of the production of the new sources to be more exploited for the purpose of this diversification. Finally, what has been done is raised and what barriers exist in this process of diversification that there is still much to evolve.

Key-words: energy diversification; renewable energy; new renewable sources.

1 As necessidades para a diversificação da Matriz de Energias Renováveis no Brasil

Embora o Brasil seja considerado um país à frente da média global em matéria da matriz de geração limpa, este sucesso se deve à sua participação em geração de energia hidroelétrica, que em julho de 2017, esta matriz correspondeu a 64,6% da capacidade instalada no país, com 1.306 usinas [1].

Historicamente, o Brasil se beneficiou de seus recursos naturais para a geração de tal energia, sendo amplamente utilizada e, conseqüentemente, adquirindo aprimoramento tecnológico neste segmento.

Contudo, a expansão das hidráulicas enfrenta progressivamente maiores custos e restrições [2], como o exemplo apontado por Fernandez e Pereira [3], que se tratando da forma como foi adotada a Tarifa Social, a geração hidráulica de energia incorre em custos de sustentabilidade para os sistemas hídricos, ao impor restrições de ordem técnica. As tarifas impostas não são suficientes para cobrir custos e dar margem de lucro [4].

Há também o fato de que uma hidrelétrica leva cerca de seis anos para ficar pronta, uma eólica, por exemplo, leva 1 ano e meio em média. Isto, sem falar que basta as condições meteorológicas afetarem negativamente a hidrografia do Brasil para ocasionar uma queda da participação da matriz renovável. Nos períodos de seca, a energia gerada pelas hidrelétricas fica mais escassa e, conseqüentemente, mais cara.

Além disto, o Brasil está comprometido com a 21ª Conferência das Partes (a COP 21) no alinhamento com os outros países membros em reduzir as emissões dos gases de efeito estufa, envolvidos em determinados processos de produção de energia, e, dentre outros, expandir o consumo de biocombustíveis e aumentar a participação de novas energias renováveis na matriz energética.

Deste modo, há uma necessidade do Brasil em diversificar sua matriz energética, aproveitando ainda, as oportunidades das novas fontes de energias renováveis.

Para efeitos ilustrativos, na imagem a seguir está a participação percentual das fontes de energia na

matriz energética no Brasil, em termos de volume de produção, segundo os dados do relatório do Balanço Energético Nacional de 2017, tendo o ano de 2016 como ano base:

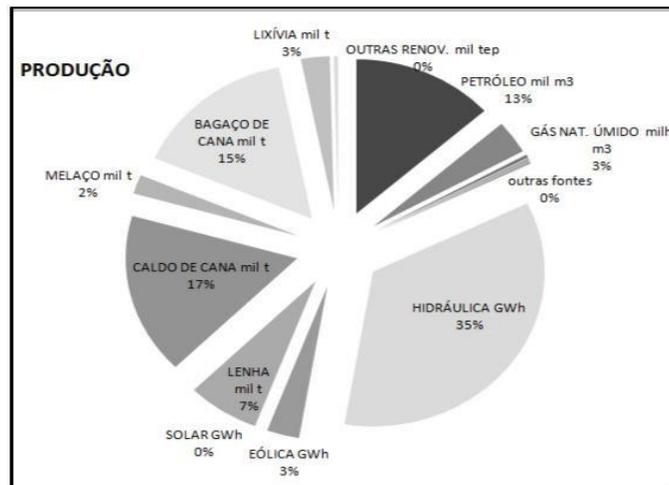


Figura 1: Matriz de produção energética no Brasil 2017 (Ano base 2016) [5]

2 As novas fontes de energias renováveis no Brasil

No caso brasileiro, as novas fontes de energia que deverão ser exploradas são:

2.1 Biocombustíveis

É o combustível produzido a partir de fontes de energia de origem biológica e não fóssil, nos estados sólido, líquido e gasoso [6]. A sua produção, leva a um maior aproveitamento da biomassa, transformando os rejeitos dos processos em recurso para a produção de energia, além de contribuir para a diminuição das emissões dos gases de efeito estufa. Os biocombustíveis considerados são:

- Etanol de segunda geração (etanol 2G ou lignocelulósico). Também conhecido por Bioetanol, é produzido a partir do bagaço de cana-de-açúcar;
- Biodiesel. É fabricado a partir de fontes vegetais ou animais como óleo de soja, gordura animal, óleo de algodão, etc.

2.2 Eólica

É o aproveitamento e a transformação da energia somente do vento em energia mecânica ou eletricidade. São transformadas, geralmente a partir de velas, turbinas e moinhos de vento.

2.3 Solar

Uma energia que provém do sol, utilizada por diferentes tecnologias, seja aproveitando o seu calor para aquecimento solar, sua luminosidade para energia fotovoltaica, heliotérmica, a fotossíntese artificial ou a arquitetura solar.

3 Um panorama da evolução produtiva das novas fontes de energia renovável no Brasil de 2010 a 2016

3.1 2010

O montante de Biodiesel produzido no país atingiu 2.397.272 m³, ampliando sua disponibilização no mercado interno. A principal matéria prima foi o óleo de soja (82,2%) seguido do sebo bovino (13,0%) [7].

A capacidade instalada no Brasil de usinas de biomassa era de 356, com capacidade para 6.227.660 kW, representando 5,82% da capacidade total de energia no país [7]. A produção de etanol atingiu a marca de 27.962.558 m³. Deste total, o álcool hidratado representou 71% e o restante da produção foi do álcool anidro, que é misturado à gasolina A para formar a gasolina C [7].

A produção de eletricidade a partir da fonte eólica alcançou 2.176,6 GWh em 2010, o parque eólico nacional alcançou 928 MW ao final de 2010, em decorrência da inauguração de catorze parques eólicos [7].

Em janeiro de 2010, havia apenas 1 usina com capacidade de 20KW no Brasil. Isto representava menos de 0,01% da capacidade instalada das matrizes energéticas no país [8].

3.2 2011

A geração de energia a partir de biomassa (usado para fabricação de biocombustíveis), atingiu em 2011 6,6% de toda a matriz energética do Brasil [8], tendo 391 usinas instaladas com capacidade total de 7.888 MW [10].

Com relação ao ano anterior, houve também um aumento de 24,3% da geração eólica em 2011, ajudando no aumento da participação dos renováveis na matriz energética nacional, atingindo o volume de produção de 2.705 GWh [9], porém, este aumento se deu devido a importação dessa energia, já que a capacidade instalada em janeiro de 2011 era de 929 MW, com 51 usinas no país. No início de 2011, a produção interna de energia eólica foi menor do que a do mesmo período do ano anterior em 13,9% [10].

Desde janeiro do ano anterior, foram adicionadas à matriz energética 3 novas usinas solares, mas ainda correspondia a menos de 0,01% da Matriz de toda a capacidade de energia instalada no Brasil [10].

3.3 2012

As usinas de biocombustíveis, produziram 286 GWh de energia em janeiro de 2012, com 429 usinas de biomassa com capacidade instalada para gerar 8.993 MW [11], passando a produzir no ano todo um total de 4.767 GWh [12]. O montante de biodiesel produzido alcançou 2.717.483 m³, havendo um aumento de 1,7% com relação ao ano anterior e continua como principal matéria prima o óleo de soja e o sebo bovino, representando juntos 84,3% de toda a matéria prima para a produção do biodiesel. Houve também um acréscimo na produção de etanol devido ao crescimento da produção de cana-de-açúcar [13].

O ano de 2012 foi bem representativo para a geração de energia eólica no Brasil. No primeiro mês do ano já havia produzido 264 GWh de energia, correspondendo a 0,6% da produção nacional, com 73 usinas e capacidade instalada de 1.471 MW [13]. Fechou o ano produzindo 4.415 GWh de energia, correspondendo a 0,9% da produção de energia do Brasil, com 84 usinas e capacidade instalada de 1.886 MW [14]. Se somado com a importação dessa energia, foi produzido no Brasil 5.050 GWh, um aumento de 86,7% com relação ao ano anterior [15].

Em janeiro já haviam 8 usinas solares, com capacidade instalada para 1 MW [13]. Até o final do ano 3 novas usinas solares foram adicionadas à matriz de energia elétrica, o que deu uma capacidade instalada de 8 MW [14].

3.4 2013

Ainda como matéria prima principal o óleo de soja e o sebo bovino, o biodiesel produzido no Brasil no ano de 2013 alcançou o volume de 2.917.488 m³, aumentando em 7,4% em relação ao ano anterior. Com o aumento da produção de cana-de-açúcar, a produção de etanol cresceu 17,6% com relação ao ano anterior, retirando uma margem da produção de açúcar, que caiu 3,1% neste ano [16].

A produção de eletricidade a partir da fonte eólica cresceu 30,3% em 2013, alcançando 6.579 GWh [16] e expandiu a capacidade instalada para geração em 16,7% [17] no Brasil, com o potencial para 2.202 MW e com 108 usinas.

A capacidade instalada, fiscalizada pela ANEEL, para a produção de energia elétrica a partir da fonte solar, em dezembro de 2013 foi reduzida, com relação ao ano anterior, correspondendo a 5 MW, mesmo com 45 usinas no país [17].

3.5 2014

Houve um aumento de 17,2% da produção do biodiesel em 2014, com relação ao ano anterior, chegando a 3.419.838 m³, tendo como matéria prima principal os mesmos dos anos anteriores. Apesar do montante produzido de cana-de-açúcar ter sido menor do que o do ano anterior, a produção do etanol foi 3,3% maior este ano, com relação ao ano anterior [18].

A produção de energia eólica alcançou 12.210 GWh em 2014, correspondendo a um aumento de 85,6% em relação ao ano anterior. O parque eólico nacional cresceu 2.686 MW, alcançando 4.888 MW ao final de 2014, com a potência instalada expandida em 122% [18]. Isto corresponde a 3,6% da capacidade da produção de energia do país [19].

Em compensação pela diminuição da produção de energia solar do ano anterior, houve um crescimento substancial na matriz solar em 2014. No final do ano, haviam 311 usinas de energia solar no país, com capacidade instalada de 15MW. Isto representou uma evolução de 201,8% em relação ao ano anterior [19]. Este ano superou até no número de usinas da fonte eólica.

3.6 2015

Com exceção do Álcool Anidro, a produção dos demais biocombustíveis teve seu volume aumentado neste ano, com relação ao ano anterior, embora sua parcela de transformação em energia foi menor.

Houve um salto na produção de energia eólica com relação ao ano anterior, passando de 12.210 GWh para 21.626 GWh em 2015 [20].

Outro salto se deu na energia solar, onde a capacidade instalada passou de 15 MW em 2014 para 21 MW em 2015 [21].

Tabela 1: Produção de Energia de algumas fontes Renováveis no Brasil de 2010 a 2016

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
BIOCOMBUSTÍVEIS							
Óleo Diesel Total							
Produção (10 ³ m ³)	43.827	45.564	48.294	52.086	52.722	52.996	48.605
Transformação (10 ³ m ³)	2.551	2.460	3.128	3.125	3.881	2.866	1.421
Biodiesel							
Produção (10 ³ m ³)	2.397	2.673	2.717	2.917	3.420	3.937	3.801
Transformação (10 ³ m ³)	121	55	121	105	177	112	81
Álcool Anidro							
Produção (10 ³ m ³)	8.357	9.050	9.564	12.005	12.230	11.565	11.727
Álcool Hidratado							
Produção (10 ³ m ³)	19.567	13.866	13.913	15.603	16.296	18.685	16.549
ENERGIA EÓLICA							
Geração Total (GWh)	2.177	2.705	5.050	6.576	12.210	21.626	33.489

3.7 2016

Com exceção do Álcool Anidro, a produção dos demais biocombustíveis teve uma queda em 2016 [20].

Outro grande salto se deu em 2016 no que se refere a produção de energia eólica, passando, neste ano, a 33.489 GWh [20].

O maior salto em capacidade de energia solar aconteceu em 2016, quando passou a ter 80 MW, com 7.437 usinas [21].

Para uma visualização geral de toda a evolução produtiva destes anos, faz-se necessário a tabela acima.

Para uma melhor visualização da evolução da capacidade energética da fonte solar neste período, segue uma tabela:

Ano	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Capac. Instalada	20 kW	1 MW	8 MW	5 MW	15 MW	21 MW	80 MW

Tabela 2: Evolução da Capacidade Instalada de Energia Solar no Brasil de 2010 a 2016, elaboração própria a partir de dados dos Boletins Mensais do Sistema Elétrico Brasileiro dos anos de 2010 a 2016 [10] [14] [17] [19] [21]

4 Fatores relacionados ao desenvolvimento de novas fontes de energias renováveis no Brasil de 2010 a 2016

4.1 Biocombustíveis

A iniciativa governamental, lançada pelo Ministério de Minas e Energia, para a expansão da produção de biocombustíveis, é a chamada RenovaBio, parte integrante da Política Energética Nacional, visando contribuir para o sucesso dessa iniciativa, composta por ações, atividades, projetos e programas para viabilizar a oferta de energia de forma mais sustentável, competitiva e segura.

Para o seu desenvolvimento amplo e sustentável, é fundamental o incentivo à pesquisa e inovação relacionada aos biocombustíveis.

O Governo lançou, em 2011, o Plano Conjunto BN-DES-Finep de Apoio à Inovação Tecnológica Industrial dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico - PAISS, com foco comercial desenvolvido por empresas, visando fomentar iniciativas em Pesquisa e Desenvolvimento em temas específicos relacionados à conversão da biomassa da cana-de-açúcar em etanol de segunda geração [22].

Esta área também se beneficiou de apoio técnico e financiamento à atividade de Pesquisa e Desenvolvimento, através de pesquisas acadêmicas da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), pelo Programa de Pesquisa em Bioenergia (Bioen).

Contudo, alguns entraves são presentes para que haja uma evolução consistente dos biocombustíveis no Brasil, os quais são [22]:

- A produção do etanol lignocelulósico ainda precisa solucionar problemas na etapa de pré-tratamento, o que permitiria o máximo de rendimento à nível industrial da produção, para então, avançar mais eficazmente nas demais etapas do processo de produção e atingir um preço mais competitivo.
- No caso do Óleo Vegetal Hidrotratado (biodiesel), além de não existir regulação específica para seu uso, a sua matéria prima tem alto valor agregado e o processo de conversão da sua matéria prima ainda é oneroso a tal ponto de não ser competitivo com relação aos combustíveis similares.
- Até o momento não há legislação específica dedicada aos novos biocombustíveis, o que se pressupõe que a carga tributária pode ser mais elevada, dificultando sua competitividade internacional.

4.2 Eólica

De 2010 a 2013 o crescimento da energia eólica foi relativamente lento e podemos verificar em 2014 o salto que deu com relação a estes três anos anteriores. O setor de energia eólica no Brasil vem criando incentivos para substituir as importações de aerogeradores e seus componentes pela produção

<http://dx.doi.org/10.25286/rep.v2i4.890>

nacional que são demandados para a construção dos parques [23].

O Proinfa, instituído em 2002, foi o principal motor para impulsionar o desenvolvimento do mercado eólico no Brasil. Como a primeira política pública efetiva voltada ao setor, proporcionou um ambiente com poucos riscos para o investimento em uma tecnologia ainda pouco conhecida no país. O programa mostrou que a energia eólica é viável tecnicamente, e serviu como ganho de experiência para as diversas atividades que envolvem esse setor. Ao final de 2011, já haviam cinco empresas fabricantes de aerogeradores no Brasil e o país era considerado o 9º mais atrativo para investimento em energia eólica [24].

Em 2014, o benefício líquido eólico foi de R\$ 5.098 milhões, pela economia de custo com despacho das usinas termelétricas de R\$ 7.687 milhões e pela receita gerada da energia eólica em R\$ 2.598 milhões. Sua contribuição também pode ser medida pela quantidade de lares brasileiros servidos por esta fonte (6 milhões de residências por mês) e pelo volume de emissão de gases de efeito estufa evitados pela produção de energia eólica em seis milhões de toneladas [25].

Nos anos seguintes, houve um aumento considerável na produção de energia eólica, como visto nos dados apresentados anteriormente. A tendência é aumentar ainda mais nos próximos anos. Mais facilidades de financiamento auxiliam a impulsão da produção eólica.

4.3 Solar

Em 2011 foi criada a lei nº 12.431 que isenta rendimentos de pessoas físicas de Imposto de Renda sobre rendimentos relacionados à emissão de debêntures, entre os quais os destinados a geração de energia elétrica por fonte solar.

Em 2012 houve o Sistema de Compensação de energia elétrica para a micro e mini geração distribuídas, permitindo que consumidores com geração eólica de até 5 MW compensem a energia injetada na rede com a energia consumida.

Começaram em 2014 os leilões de energia fotovoltaica, promovido pelo Ministério de Minas e Energia e pela Empresa de Pesquisa Energética, sendo responsáveis pela contratação de mais de 3 GW de

potência solar. Energias estas que sequer foram produzidas. A principal barreira para a energia solar é o seu alto custo de aquisição do sistema e também a falta de conhecimento de certos grupos sociais ao acesso a linhas de financiamento de baixo custo.

5 Considerações Finais

Cabe aqui algumas considerações relevantes para que haja uma melhor expansão da produção energética a partir das novas fontes renováveis no Brasil.

Para a expansão de biocombustíveis é necessário criar uma estrutura logística, que possibilite desenvolver as redes de coleta e distribuição. Cabe nesse contexto a participação não apenas da iniciativa pública como também o engajamento do setor privado, já que, é possível alguns usufruam de matérias prima de baixo valor agregado, evitando dessa forma a descentralização de toda a cadeia produtiva.

A energia eólica é uma grande aliada das hidrelétricas, uma vez que sua energia produzida pode ser armazenada nas hidrelétricas, o que auxilia na geração de energia quando há redução do volume dos reservatórios.

Como barreiras há as questões da ordem política, econômica e tecnológica, como da necessidade de licença ambiental para instalação do parque eólico, a logística por via rodoviária e ferroviária no Brasil, que é deficiente, não favorece o transporte das grandes estruturas dos aerogeradores, dentre outras.

Há uma vantagem econômica tangível para o investimento e para aquisição de um sistema solar residencial. Os custos de energia solar também estão diminuindo.

A matéria prima para a geração de energia solar é um recurso abundante, acessível e barato no Brasil, o sol. Com os incentivos do governo em promover a geração de energia solar nas residências, o imóvel é valorizado e é palpável a economia que ela proporciona na conta de energia, diferente das tarifas de energia habituais que só aumentam.

Mais incentivos podem auxiliar na alavancada da produção de energia solar, como mais facilidade de investimento, possibilidade de se utilizar o FGTS para aquisição de sistemas solares, menos tributos e redução de ICMS para a energia gerada a partir da

solar e além disto, a disseminação e educação sobre a tecnologia solar.

Dentre o que foi abordado, em todas as áreas, torna-se necessário o investimento contínuo em Pesquisa e Desenvolvimento, a fim de se obter um melhor aproveitamento dos recursos produtivos, tornando mais eficiente e eficaz a produção das energias e biocombustíveis. Isto resultará em um produto final com preços mais competitivos, havendo mais demanda, o que estimula a sua produção.

Referências

- [1] Brasil. Ministério De Minas E Energia. Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro. Disponível em <http://www.mme.gov.br/documents/1138781/1435504/Boletim+de+Monitoramento+do+Sistema+El%C3%A9trico+-+Julho+-+2017.pdf/e84e3eee-7239-4ff3-a306-afb269b1e393>, Julho de 2017.
- [2] L. Losekann, M. Hallack. Novas energias renováveis no Brasil: desafios e oportunidades. Disponível em: <https://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2017/06/novas-energias-renovaveis-brasil-desafios-e-oportunidades/31794>, 07 de Junho de 2017, acesso em 08 de Set. de 2017.
- [3] J. C. Fernandez, R. Pereira. O Custo Social da Energia Hidrelétrica e uma Política de Tarifação Social Ótima para o Setor Elétrico. Revista Eco-nômica do Nordeste, Fortaleza, v. 39, nº 4, out-dez. 2008, p. 480. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/artigoRenPDF.aspx?cd_artigo_ren=1108, 15 Set 2017.
- [4] Veja. Custo de operação e manutenção de hidrelétrica é de R\$ 4, diz Aneel. 14 Nov. 2012. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/economia/custo-de-operacao-e-manutencao-de-hidreletrica-e-de-r-4-diz-aneel/>, acesso em 11 de Set. de 2017
- [5] Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). Balanço Energético Nacional: Matriz Energética Nacional 2017 - Ano Base 2016. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/MatrizEnergeticaBase2016.xlsx>, acesso em 15 Out. 2017. EPE. RenovaBio: Biocombustíveis 2030. Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro, 24 de fevereiro de 2017. Disponível em: http://www.mme.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_auth=wN8rWKxx&p_p_id=consultapublicaexterna_WAR_consultapublicaportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&consultapublicaexterna_WAR_consultapublicaportlet_arquivoId=120&consultapublicaexterna_WAR_consultapublicaportlet_javax.portlet.action=downloadArquivoAnexo, acesso em: 09 Set. 2017.
- [6] Empresa De Pesquisa Energética (Brasil). Balanço Energético Nacional 2011: Ano base 2010 / Empresa de Pesquisa Energética. - Rio de Janeiro : EPE, 2011.
- [7] Ministério De Minas E Energia. Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro. Boletim de Janeiro/2010, p. 20. Disponível em: http://www.mme.gov.br/documents/10584/1832844/Boletim_Monitoramento_Sistema_El%C3%A9trico_Jan_10.doc/cbbf0330-84dd-4fbb-938e-87d1d8cc922a, 12 Set. 2017.
- [8] Brasil. Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2012 - Ano base 2011: Síntese do Relatório Final. Rio de Janeiro: EPE, 2012.
- [9] Ministério De Minas E Energia. Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro- Janeiro/2011, p. 22. Disponível em: http://www.mme.gov.br/documents/10584/1832384/Boletim_de_Monitoramento_do_Sistema_El%C3%A9trico_-_JANEIRO-2011.doc/99bee702-007f-472f-9c53-6241229bb69b, acesso em 14 Set. 2017.
- [10] Ministério De Minas E Energia. Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro- Janeiro/2011, p. 22. Disponível em: http://www.mme.gov.br/documents/10584/1832384/Boletim_de_Monitoramento_do_Sistema_El%C3%A9trico_-_JANEIRO-2011.doc/99bee702-007f-472f-9c53-6241229bb69b, acesso em 14 Set. 2017.
- [11] Ministério De Minas E Energia. Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro- Dezembro/2012, p. 30. Disponível em: http://www.mme.gov.br/documents/10584/1832054/Boletim_de_Monitoramento_do_Sistema_El%C3%A9trico_-_Dezembro2_-2012.doc/373ffb0c-9c90-4ae4-af0c-5a3866bdb718, acesso em 14 Set. 2017.
- [12] <http://dx.doi.org/10.25286/rep.v2i4.890>

- [13]** Ministério De Minas E Energia. Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro– Janeiro/2012. Disponível em: http://www.mme.gov.br/documents/10584/1832054/Boletim_de_Monitoramento_do_Sistema_El_xtrico_-_JANEIRO-2012.doc/e79c415f-722c-442b-8d54-b83f1fa1cfdd, acesso em 14 Set. 2017.
- [14]** Ministério De Minas E Energia. Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro– Dezembro/2012. Disponível em: http://www.mme.gov.br/documents/10584/1832054/Boletim_de_Monitoramento_do_Sistema_El_xtrico_-_Dezembro2_-2012.doc/373ffb0c-9c90-4ae4-af0c-5a3866bdb718, acesso em 14 Set. 2017.
- [15]** Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). Balanço Energético Nacional 2013: Ano base 2012 / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro: EPE, 2013. Disponível em: https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2013.pdf, acesso em 15 Set. 2017.
- [16]** Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). Balanço Energético Nacional 2014: Ano base 2013 / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro : EPE, 2014. Disponível em: https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2014.pdf, acesso em 15 Set. 2017.
- [17]** Ministério De Minas E Energia. Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro– Dezembro/2013. Disponível em: http://www.mme.gov.br/documents/10584/1831421/Boletim_de_Monitoramento_do_Sistema_El_xtrico_-_Dezembro-2013.pdf/f1bf83d8-337a-435d-8adc-661992b299b7, acesso em 14 Set. 2017.
- [18]** Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). Balanço Energético Nacional 2015: Ano base 2014 / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro : EPE, 2015. Disponível em: https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2015.pdf, acesso em 15 Set. 2017
- [19]** Ministério de Minas e Energia. Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro – Dezembro/2014. Disponível <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1833441/Boletim+de+Monitoramento+do+Sistema+El%C3%A9trico+-+Dezembro-2014+-+rev1.docx/df8bccee-8423-40b6-af58-311ff9ae6ae4>, acesso em 15 Set. 2017.
- [20]** Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). Balanço Energético Nacional 2017: Ano base 2016 / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro : EPE, 2017. Disponível em: https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf, acesso em 15 Out. 2017.
- [21]** Ministério de Minas e Energia. Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro – Dezembro/2016. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/3308684/Boletim+de+Monitoramento+do+Sistema+El%EF%BF%BDtrico+-+Dezembro-2016.pdf/f6b5284d-4105-4b79-a030-31755664721a>, acesso em 15 Out. 2017.
- [22]** EPE. RenovaBio: Biocombustíveis 2030. Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro, 24 de fevereiro de 2017. Disponível em: http://www.mme.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_auth=wN8rWKxx&p_p_id=consultapublicaxter-na_WAR_consultapublicaportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&consultapublicaxterna_WAR_consultapublicaportlet_arquivoId=120&consultapublicaxter-na_WAR_consultapublicaportlet_javax.portlet.action=downloadArquivoAnexo, acesso em: 09 Set. 2017.
- [23]** D. Mori. Desenvolvimento da Energia Eólica no Brasil estimula indústria nacional. Política Industrial. Jornal GGN, 2014. Disponível em: <http://jornalgggn.com.br/noticia/desenvolvimento-da-energia-eolica-no-brasil-estimula-industria-nacional>, acesso em 18 Set. 2017.
- [24]** M. Simas, S. Pacca. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. Estud. av. vol.27 no.77 São Paulo, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142013000100008, acesso em 18 Set. 2017.
- [25]** Abeeólica. Boletim Anual de Geração Eólica. Associação Brasileira de Energia Eólica. 2014. Disponível em: <http://www.abeolica.org.br/wp-content/uploads/2016/08/Boletim-Anual-de-Geracao-Eolica-2014.pdf>, acesso em 19 Set.2017.

As diferentes perspectivas da qualidade sobre nível de serviço na logística e os desafios do e-commerce

The different perspectives of quality on service level in logistics and the challenges of e-commerce

Gabriela Andrade Lacerda de Melo ¹  <https://orcid.org/0000-0003-4753-9532>

Antônio Fernando ¹

¹ Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil,

E-mail do autor principal: Gabriela Andrade Melo.gabrielaandrade@gmail.com

Resumo

Diante de um cenário de valorização do setor logístico e de transporte na cadeia de suprimento, surge a necessidade de entender como os clientes visualizam o serviço logístico e quais fatores compõem o que eles qualificam como um serviço que atende as suas expectativas. Este trabalho apresenta uma análise das diferentes perspectivas dos clientes sobre o nível de serviço e como os indicadores logísticos de satisfação do cliente podem ter diversas abordagens. Adicionalmente, é apresentado como o mundo virtual do e-commerce também contribui para uma mudança na forma de avaliar a satisfação com o serviço realizado e as novas métricas que a internet trouxe consigo ao acelerar e facilitar a interface com o cliente.

Palavras-Chave: e-commerce; logística; transporte; QCAMS;

Abstract

Facing a scenario of valuation of the logistics and transportation sector in the supply chain, there is a need to understand how customers visualize the logistics service and what factors make up what they qualify as a service that meets their expectations. This paper presents an analysis of the different perspectives of the clients on the service level and how the logistic indicators of customer satisfaction can have several approaches. Additionally, it is presented how the virtual world of e-commerce also contributes to a change in the way to evaluate satisfaction with the service performed and the new metrics that the internet brought with it by accelerating and facilitating the interface with the client.

Key-words: e-commerce; logistics; transport; QCAMS.

1 Introdução

Com a globalização crescente e os produtos e serviços tendo que chegar em locais cada vez mais remotos em tempos cada vez mais curtos, a atividade de transportes vem ganhando mais notoriedade e importância dentro da economia nas últimas décadas. Segundo Vivaldini [1] em muitos setores industriais as atividades de transportes representam o maior percentual em termos de custos logísticos, superando até os custos de manter os estoques. Sendo assim, a gestão dos transportes vem sendo vista não como um mal necessário, que era a visão de alguns anos atrás, mas sim como uma vantagem competitiva para as empresas se diferenciarem frente a seus concorrentes.

Com o transporte ganhando cada vez mais importância para o cliente, é de interesse das empresas controlarem de forma mais eficaz se seus serviços estão atendendo satisfatoriamente seus clientes. Entretanto, Simchi-levi [2] ressalta que nos mercados atuais, controlados pelos clientes, não são os produtos ou serviços propriamente ditos que importam, mas o valor percebido pelo cliente. A maneira com que uma empresa mensura a qualidade de seus produtos e serviços evoluiu, da verificação interna da qualidade para a satisfação do cliente. É nesse contexto, de mudança da percepção da qualidade pelos clientes, que o ainda jovem e-commerce, se comparado a logística tradicional, vem enfrentando alguns desafios. Por mais que os serviços de vendas online estejam sendo ampliados e se tornando cada vez mais acessíveis ao consumidor as dificuldades das empresas em cumprir o prazo estão cada vez maiores e mais evidentes [3]. E não apenas o fator prazo, que é o mais perceptível no setor de transporte, mas Hijjar [4] lembra que a cada passo do processo de compra online, voluntaria ou involuntariamente os consumidores avaliam o desempenho das lojas que utilizam. Esse desempenho percebido pode ser fator decisivo para sobrevivência de uma loja virtual, pois poderá influenciar a decisão do consumidor de realizar novas compras ou não mais voltar a consumir naquela loja.

2 Indicadores QCAMS

Segundo Albrecht [5], proporcionar a qualidade total em serviços é uma situação na qual uma

organização fornece qualidade e serviços superiores a seus clientes, proprietários e funcionários. Por sua vez, conforme Carpinetti [6] a satisfação dos acionistas decorre da satisfação do cliente que se relacionam com a eficácia do negócio. A eficácia do negócio depende de fatores que supram as necessidades dos clientes. Porém, identificar quais as necessidades dos clientes não é uma tarefa simples:

“O produto final de um serviço é sempre um sentimento. Os clientes ficam satisfeitos ou não conforme suas expectativas. Portanto, a qualidade do serviço é variável de acordo com o tipo de pessoa. É importante observar que os serviços possuem dois componentes que devem ser considerados: o serviço propriamente dito e a forma como é percebido pelo cliente” [7]

Segundo Campos [8], existem 5 fatores que são essenciais para avaliar se a satisfação das necessidades dos clientes está sendo atingida, conhecidos como indicadores QCAMS:

- Qualidade Intrínseca: Mede a satisfação do cliente com relação às características de qualidade dos produtos e serviços;
- Custo: Mede o custo-benefício do produto/serviço. Não adianta ter o preço mais barato se o produto/serviço não trouxer um benefício equivalente ao preço.
- Atendimento: A entrega do produto/serviço deve ser feita na quantidade, na data e no local certo;
- Moral: Mede o nível de satisfação das pessoas que trabalham na empresa, sendo possível avaliar se os funcionários trabalham em um ambiente que seja possível exercer um trabalho de qualidade.
- Segurança: Está relacionado a responsabilidade civil do produto, ou seja, a segurança que ele oferecerá a seus usuários.

Traduzindo para linguagem de logística e transportes, os principais indicadores seriam segundo Uehara [9]: Disponibilidade de produto, tempo de ciclo de pedido, consistência do prazo de entrega, frequência da entrega, flexibilidade do sistema de

entrega, sistema de recuperação de falhas, sistemas de informação de apoio, apoio na entrega, física, apoio pós-entrega. Porém existem muitos outros fatores, além desses. A junção desses fatores forma o indicador mais comum na logística chamado de nível de serviço.

3 Nível de Serviço

Como afirmam muitas teorias sobre serviço ao cliente, para atingir a satisfação do cliente é necessário que ele perceba que o serviço prestado tenha um desempenho melhor ou igual ao que ele esperava receber.

“A comparação entre essa percepção de desempenho e a expectativa do consumidor em relação a cada item de serviço fornecerá o gap de satisfação. Quanto maior esse gap, mais insatisfeito estará o consumidor com o serviço prestado” [4]

Porém, antes de avaliar os gaps, existe um grande desafio que seria identificar quais fatores são levados em consideração na avaliação pelo cliente do nível de qualidade de um serviço prestado. Segundo Simchi-levi [2] na logística o indicador mais comumente utilizado para quantificar a adaptação de uma empresa ao mercado é o nível de serviço. Normalmente o termo está relacionado a capacidade de entregar o produto na data combinada com o cliente. Porém, para outros autores esse conceito é mais amplo.

Para Ballou [10] o nível de serviço logístico é a qualidade com que o fluxo de bens e serviços é gerenciado. É o resultado final de todos os esforços logísticos da firma. Segundo o autor é bastante comum encontrar diferentes formas de medir o nível de serviço, mas o fator-chave sempre é achar o conjunto de valores logísticos que as empresas oferecem aos seus clientes para garantir sua fidelidade.

Segundo Fleury & Hijjar [11] o conceito de serviço ao cliente é a qualidade de um conjunto de dimensões que incluem a facilidade de completar a transação,

disponibilidade de produto, o prazo de entrega a consistência do prazo de entrega, o sistema de informações de apoio, o sistema de remediação de falhas e o desempenho e a flexibilidade da operação de entrega física.

Existem várias pesquisas que buscam priorizar quais elementos são mais importantes para a satisfação do cliente com relação ao serviço logístico. Perreault [12] mostrou a correlação, variando de 0 a 1, entre nível de serviço e satisfação do cliente, conforme Tabela 1. Os principais fatores foram tempo de entrega, variabilidade do tempo de entrega e informação sobre o andamento do pedido. Em 4º lugar está o serviço de urgência, fator pouco encontrado em outras pesquisas.

Elemento do Nível de Serviço	Índice
Tempo médio de entrega	0,76
Variabilidade do tempo de entrega	0,72
Informações sobre andamento do pedido	0,67
Serviço de Urgência	0,59
Método para emissão de ordens	0,56
Resolução de queixas	0,56
Exatidão do preenchimento de pedidos	0,46
Política para devolução	0,44
Procedimento de cobrança	0,36

Tabela 1: Elementos que compõem o nível de serviço. Fonte: Perreault [12].

Já Ballou [10] afirma que existem vários outros fatores que influenciam o nível de serviço:

- Elementos pré-transação: São aqueles que são necessários antes da entrega propriamente dita, para garantir que nada ocorra em desacordo com o combinado com o cliente e estabelecem um ambiente para ser prestado um bom nível de serviço. Uma política por escrito estabelecendo a meta de nível de serviço, qual o procedimento da empresa em casos de devolução e faltas, são exemplos de elementos que dão mais segurança para o cliente e que mostram o que a

<http://dx.doi.org/10.25286/rep.v2i4.903>

empresa está disposta a oferecer. Outros elementos que também aumentam a confiança na relação cliente-te-fornecedor é a criação de planos de contingência em casos de greves ou desastres naturais, que criam uma estrutura que para implementar a política de nível de serviço.

- Elementos de transação são os aspectos que influenciam diretamente na entrega produto ao cliente e no resultado percebido. Níveis de estoque ajustados, seleção do meio de transporte, determinar procedimentos para processamento de pedidos são elementos de transação do nível de serviço. Eles influenciam diretamente em como o cliente avalia o nível do serviço: se o tempo de entrega foi conforme acordado, se a ordem de compra está conforme desejada, se a mercadoria recebida está em bom estado, se havia disponibilidade de estoque.
- Elementos pós-transação: São aqueles fatores de apoio ao consumidor após o momento da compra do produto. Geralmente são serviços oferecidos para ajudar os consumidores em casos de produtos defeituosos, serviços de atendimento para realizar reclamações, solicitações, devoluções, assim como retorno de embalagens, como pallets por exemplo.

Esses elementos são muitas vezes o fator diferencial que fazem com que os clientes sejam fidelizados a marca, pois podem trazer sua satisfação, mesmo após a compra.

4 Desafios do e-commerce

Quando se trata de operações de serviços, o varejo é um dos que mais sofrem com a alta complexidade do gerenciamento logístico.

“Operações de varejo em geral requerem soluções sofisticadas de distribuição física, gestão de estoque e níveis de serviço. Um dos desenvolvimentos recentes em termos de prática de varejo foi o desenvolvimento do canal de distribuição baseado na internet” [13]

O mercado virtual chegou como uma alternativa à logística tradicional, trazendo a comodidade da internet que facilita bastante a interface com o cliente,

permitindo fácil e rápido acesso na compra da mercadoria. Entretanto, também existem suas desvantagens, como o complexo desafio de fornecer uma cadeia de abastecimento logístico, considerada retaguarda do negócio, que consiga atender as necessidades e expectativas de entrega com a mesma comodidade, praticidade e velocidade que a linha de frente oferece, como citam Fleury & Monteiro [14]. Os autores ainda relatam que no Natal de 1999 nos EUA foi onde pela primeira vez foi chamada atenção para o assunto, pois houve um boom de vendas pela internet que ocasionou o colapso no sistema de atendimento e entrega. Nesta situação, previu-se que cerca 25% dos clientes que fizeram suas compras natalinas pela internet não tiveram suas expectativas satisfeitas, pois muitos receberam mercadorias equivocadas ou entregues após o Natal.

Conforme ressalta Uehara [9], é bastante comum encontrar notícias na imprensa com depoimentos de consumidores que tiveram experiências desagradáveis ao realizar compras pela internet. Os principais problemas relatados são atrasos com relação ao prazo de entrega prometido, produtos entregues com avarias, erros de cobrança e cancelamento de pedidos por falta de produto. Essas dificuldades se dão pelo fato do perfil de entrega de e-commerce ser bastante diferente da logística tradicional.

A tabela 2 sumariza as principais diferenças entre a logística tradicional e o e-commerce, em termos de tipo de carregamento, tamanho médio do pedido, destinos e demanda.

Variáveis	Logística Tradicional	E-commerce
Carregamento	Paletizado	Pequenos Pacotes
Tamanho Médio do pedido	>U\$1000	<U\$1000
Destinos	Concentrados	Altamente Dispersos
Demanda	Estável consistente	Incerta Fragmentada

Tabela 2: Comparativo logística tradicional X e-commerce. Fonte: Fleury & Monteiro [14]

Fazendo um paralelo com indicadores QCAMS, segue uma análise mais detalhada de como os indicadores de e-commerce se diferenciam quanto a Qualidade Intrínseca, Custo e Atendimento (Entrega). Para os indicadores de Moral e Segurança não foi realizada análise comparativa pois entende-se que não há diferença significativa na logística tradicional e e-commerce.

- **Qualidade Intrínseca:** No e-commerce, onde as entregas são via operações B2C (Business-to-Customer), há um aumento na manipulação de itens não-paletizados nos depósitos, diminuindo a movimentação por lotes e aumentando a movimentação de pequenos pacotes. Os produtos que na logística tradicional normalmente são embalados em caixas e paletes podem no, e-commerce, ser de uma natureza física diferente e vir a requerer uma forma de transporte específica. Como diz Novaes [15] Mercadorias resfriadas, por exemplo, exigem manuseios adicionais e cuidados especiais na sua embalagem e transporte precisando de maior nível de coordenação das operações nos centros de distribuição. Como cada pacote é manuseado com muito mais frequência que no B2B (Business-to-Business), a probabilidade de avaria aumenta. Quando o produto perde sua capacidade de exercer sua função básica, é o primeiro sinal para o consumidor que a qualidade intrínseca não atendeu às expectativas.
- **Custo/frete:** Outro desafio para o e-commerce em comparação a logística tradicional é o elevado valor do frete por unidade. Como há perda de escala de volume, o custo fixo do frete que antes se diluía por várias unidades agora se concentra em poucos volumes.

Um exemplo do setor supermercadista, na pesquisa de Hijjar [4], um dos motivos para os clientes não voltarem a comprar no supermercado virtual foram os preços e taxas cobrados, que foram considerados muito elevados. Para os clientes o custo benefício não foi suficiente para quererem utilizar o e-commerce, pois o valor agregado pelo serviço

adicional de entrega não foi suficiente para compensar os preços cobrados.

- **Atendimento:** Por se tratarem de entregas geralmente para pessoa física, o perfil do pedido geralmente é o mesmo: poucos volumes para cada endereço. Por esse motivo, a roteirização das entregas pode se tornar extremamente difícil. Quando existe um pedido para uma cidade remota, muitas vezes precisa-se aguardar até que uma grande quantidade de pedidos se acumulem para aquela região, para ser economicamente benéfico enviar um veículo para lá. Isso pode aumentar o tempo de entrega para os clientes. Além disso, como bem pontua Novaes [15], há uma extrema dificuldade de previsão de demanda nesses casos. Muitas empresas tradicionais ao colocarem parte de seus negócios a serem comercializados pela internet foram surpreendidos com uma avalanche de pedidos, sobrecarregando o planejamento logístico dos setores de expedição [15]. O autor ainda complementa, ressaltando que a previsão de demanda na logística tradicional pode se basear no histórico de vendas e na média de pedidos daquele cliente já conhecido. Entretanto na logística eletrônica a demanda é muito variável com altas e baixas em períodos aleatórios, pois são geralmente novos clientes.

5. Conclusões

Com a logística e distribuição ganhando um papel cada vez mais importante nos negócios das empresas, é de interesse das mesmas avaliar como utilizá-la como uma vantagem competitiva nos seus negócios. O primeiro passo para tal, é entender como os clientes visualizam a logística e distribuição dos produtos e quais suas expectativas com relação aos serviços oferecidos. Normalmente é possível classificar os critérios de avaliação de um serviço em 5 aspectos: Qualidade Intrínseca, Custo, Atendimento, Moral e Segurança. Um dos indicadores mais comuns na área de logística e distribuição é o nível de serviço. Sua definição e suas métricas variam entre autores e empresas, podendo simplesmente medir se a entrega foi feita no prazo acordado, até medir se o cliente está satisfeito com os serviços pós-venda. É interessante

<http://dx.doi.org/10.25286/rep.v2i4.903>

que o máximo possível de variáveis estejam envolvidas nessa medição para garantir que o monitoramento de todos os aspectos que o cliente observa esteja ocorrendo. Entretanto, as métricas para medir a satisfação do cliente vem mudando, pois com o e-commerce algumas expectativas foram modificadas. Com o mundo virtual extremamente rápido e acessível durante as compras, os clientes transferem essas mesmas expectativas para os serviços de entrega, o que vem se tornando um grande desafio para as transportadoras. Com o maior manuseio dos produtos aumenta-se o nível de avarias, além da previsão de demanda bastante incerta, que dificulta a roteirização. Essas são algumas das dificuldades que as transportadoras vem enfrentando quando se trata de e-commerce.

Referências

- [1] M. Vivaldini, S.R.I. Pires. Operadores Logísticos - Integrando Operações em Cadeias de Suprimento. 1. Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2010.
- [2] D. Simchi-Levi, P. Kaminsky, E. Simchi-Levi. Cadeia de Suprimentos Projetos e Gestão. 3. ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2010.
- [3] J.M. Azevedo, C.M.T. Rodriguez, A.G.R. Lezana, A Logística de Distribuição em vendas Virtuais: De gargalo eletrônico para vantagem competitiva. Comitê Científico do RIRL, 2004.
- [4] M.F. Hijjar. Oportunidades no setor supermercadista virtual: Uma análise sob perspectiva do consumidor. Revista Tecnológica, novembro 2012.
- [5] K. Albrecht. Total Quality Service. Seminário Internacional, página 24, 1992.
- [6] L.C.R. Carpinetti. Gestão da Qualidade, 2. Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2012.
- [7] A.L. Las Casas. Qualidade Total em Serviços. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- [8] V. F. Campos. Controle da Qualidade Total (no estilo Japonês). Belo Horizonte: Fundação C-
- hristiano Ottoni, 1992. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada (2017) vol:pp.x-pp.y
- [9] L. Uehara. Evolução do Desempenho logístico no varejo virtual do Brasil, Revista Tecnológica, março 2002.
- [10] R.H. Ballou. Logística Empresarial. 1.ed. 1993; 21 reimpressão 2009. São Paulo: Atlas, 2009.
- [11] P.F. Fleury, M.F. Hijjar. Serviço ao Cliente e desempenho logístico no varejo virtual do Brasil. 2000.
- [12] J.W.D, Perreault, F.A. Russ. Physical distribution service in industrial purchase decisions. Journal of Marketing, n.40, página.8, 1976.
- [13] H.L. Correa, M. Caon. Gestão de Serviços.1.ed. 2002; 11 reimpressão 2012. São Paulo: Atlas, 2012.
- [14] P.F. Fleury, F.J.R.C, Monteiro. O Desafio Logístico do e-commerce, 2000.
- [15] A.G. Novaes. Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

