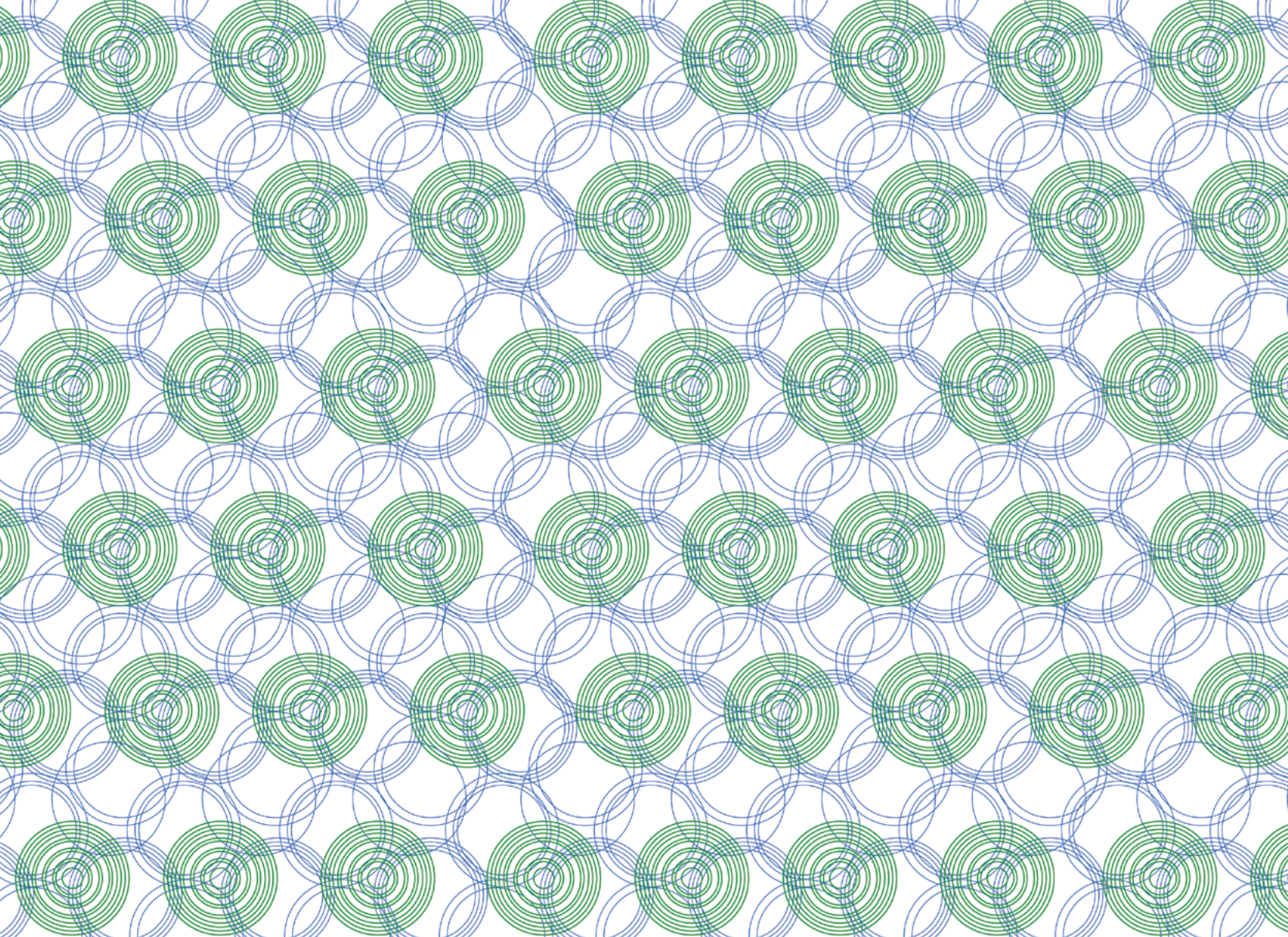


ISSN 2525-9318

cadernos **SABERES**

Trabalhos de conclusão de curso de  
graduação e trabalhos do mestrado



SABERES - Caderno do Centro Universitário de Sete Lagoas  
Copyright © Centro Universitário de Sete Lagoas

## **Centro Universitário de Sete Lagoas - UNIFEMM**

### **Reitor**

Antônio Fernandino de Castro Bahia Filho

### **Pró-Reitor Acadêmico**

José Hamilton Ramalho

### **Pró-Reitor Administrativo**

Erasmus Bruno Gonçalves

### **Diretora da Unidade Acadêmica de Ensino de Ciências Gerenciais**

Myrtes Buenos Aires

### **Diretor da Unidade Acadêmica de Ensino de Direito**

Roberto Nogueira Lima

### **Diretora da Unidade Acadêmica de Ensino de Filosofia, Ciências e Letras**

Jakeline França Dutra

### **Coordenação de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão**

Nívea Aureliano

### **Coordenação do Mestrado em Biotecnologia e Gestão da Inovação**

Carolina Campolina Rebello Horta

### **Coordenação de Atividades de Trabalho de Conclusão de Curso**

Frederico Reis Marques de Brito

## **SABERES - Caderno do Centro Universitário de Sete Lagoas**

### **Organização**

Frederico Reis Marques de Brito

### **Projeto Gráfico**

Thaís Amaral

Vivian Bernardes

### **Diagramação**

Camilla de Godoi

### **Revisão de Texto**

Kariny Cristina de Souza Raposo



## SABERES

O Caderno Saberes é um veículo estratégico de divulgação da produção acadêmico-científica do Centro Universitário de Sete Lagoas - UNIFEMM em suas diversas formas. Sabedor de seu papel como Centro Universitário de referência na região, o UNIFEMM vem, também por meio deste veículo, a promover a integração do ensino e da pesquisa na direção da geração do conhecimento e da formulação de soluções inovadoras, social e ambientalmente sustentáveis para a região, estruturadas conforme os eixos temáticos institucionais: Educação; Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente; Cultura, Cidade e Cidadania; Gestão, Tecnologia e Inovação; e Saúde e Qualidade de Vida.

Este número apresentará, em formato de resumos expandidos, parte da produção de Trabalhos de Conclusão de Curso defendidos no 2º semestre de 2016.

O Trabalho de Conclusão de Curso é uma atividade de síntese, de integração de conhecimento científico e de consolidação de métodos

e metodologias de pesquisa científica, em que o estudante demonstra capacidade de aplicação das competências e habilidades adquiridas, previstas no Projeto Pedagógico de seu Curso.

Os Trabalhos de Conclusão de Curso foram selecionados a partir de uma série de critérios relacionados à qualidade da produção e a relevância e atualidade do tema pesquisado. A partir dos trabalhos originais, seus autores foram convidados a redigir resumos expandidos que integram a presente edição deste Caderno.

Além de divulgar a produção dos trabalhos pretende-se ainda incentivar a produção de pesquisa discente, um diferencial na formação dos alunos de nível superior e de pós-graduação.

Seguramente os trabalhos apresentados contribuem para a pesquisa e a divulgação científica em suas respectivas áreas e esperamos que possam somar conhecimento e estímulo aos leitores.

*Boa leitura a todos.*

# SUMÁRIO

A IDENTIFICAÇÃO GENÉTICA NA INVESTIGAÇÃO CRIMINAL E A LEGITIMAÇÃO EXTERNA DA NORMA SOB A ÓTICA GARANTISTA | 09

Juliana Pena Abreu

Geraldo Magela Lopes

A IMPORTÂNCIA DA NORMA IEC-61850 NO SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA – SEP | 14

Antônio Francisco da Silva

Marco Antônio de Souza Mayrink

A LEGITIMIDADE CONSTITUCIONAL ATRIBUÍDA AO PODER JUDICIÁRIO NO CONTROLE E INTERVENÇÃO CONCERNENTES À IMPLEMENTAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS | 23

Michel de Oliveira Lima

Carolina Rodrigues Schettino Valente

ANÁLISE DE FUNDAÇÃO DO PRÉDIO COMERCIAL EXECUTADO PELA CONSTRUTORA NOVO DIA | 27

Raíssa Souza Morato

Bárbara Héllen Rodrigues

APLICAÇÃO DO PROBLEMA DE FLUXO MULTIPRODUTO BINÁRIO À DETERMINAÇÃO DE ROTAS ÓTIMAS EM UMA INDÚSTRIA DE CIMENTO | 36

Leonardo Corrêa Cardoso

Fábio Pires Mourão

Sérgio Ricardo de Souza

CONSTRUÇÃO ENXUTA: APLICAÇÃO DO SISTEMA *LEAN CONSTRUCTION* E *LIGHT STEEL FRAME* | 41

Laís Cristine Santos Barbosa

Eduardo Otávio Teixeira da Fonseca

DESCARGAS ATMOSFÉRICAS E CURVA PADRONIZADA PARA ENSAIOS DOS DISPOSITIVOS E EQUIPAMENTOS DO POSTO DE TRANSFORMAÇÃO DO UNIVERCEMIG | 48

Jean Carlos Reis Carvalho

William Alves de Souza

DESPERDÍCIO DE ÁGUA POTÁVEL EM SISTEMAS HIDRÁULICOS DE ÁGUA QUENTE EM INSTALAÇÕES RESIDENCIAIS UNIFAMILIARES | 55

Marco Tulio Ferreira

Denise Freitas Silva

ESTUDO DAS ALTERAÇÕES NA CAVIDADE ORAL E A RELAÇÃO COM O ESTADO NUTRICIONAL EM IDOSOS NA CIDADE DE CORDISBURGO-MG | 61

Iara Dark Diniz Bruno

Kiara Gonçalves Dias Diniz

GESTÃO DO CONHECIMENTO E PROCESSOS DE SUCESSÃO: UM ESTUDO EM UMA ESPRESA DO RAMO AUTOMOTIVO | 68

Aline de Lima e Souza

Luciana Branco Penna

**LOGÍSTICA REVERSA: ESTUDO DE CASO SOBRE A LOGÍSTICA REVERSA DE PALETES EM EMPRESA CIMENTEIRA | 75**

Débora Cristina Toledo Torres

Luciana Branco Penna

**MEDIÇÃO DE TEMPERATURA NO GERADOR DE USINA HIDRELÉTRICA UTILIZANDO REDE DE BRAGG EM FIBRA ÓPTICA | 83**

Brenda Alexandra Alves Pereira

Alípio Monteiro Barbosa

**PPAP – PROCESSO DE APROVAÇÃO DA PEÇA DE PRODUÇÃO: A APLICAÇÃO NAS FASES DE DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO | 99**

Lorena Carvalho Ferreira

Fabio Coelho Pinheiro

**SUPEREXPRESSÃO DO GENE PHOSPHORUS STARVATION TOLERANCE 1 DE ARROZ (OSPSTOL1) EM TABACO | 106**

Patrícia Lages Silva Palhares

Simara da Silva Lopes

Ubiraci Gomes de Paula Lana

Meire de Cassia Alves

Jurandir Vieira Magalhães

Cláudia Teixeira Guimarães

Andrea Almeida Carneiro

Sylvia Morais de Sousa



# A IDENTIFICAÇÃO GENÉTICA NA INVESTIGAÇÃO CRIMINAL E A LEGITIMAÇÃO EXTERNA DA NORMA SOB A ÓTICA GARANTISTA

Juliana Pena Abreu<sup>1</sup>

Geraldo Magela Lopes<sup>2</sup>

## RESUMO

O objetivo do trabalho foi trazer o estudo da extração do material genético com o intuito de identificação e investigação criminal decorrente da lei nº 12.654/12. Para tanto, abordou-se a sistemática principiológica que circunda o assunto, especificamente o princípio da dignidade da pessoa humana, intervenção corporal e sua validade, bem como a sistemática probatória processual penal. A utilização do DNA como prova na esfera processual penal foi regulamentada recentemente pelo Legislador; sendo assim, analisou-se se essa medida como método probatório encontra-se em conformidade com os princípios constitucionais e à legitimação externa da norma na perspectiva garantista visando à proteção da dignidade da pessoa humana.

Palavras-chave: Dignidade da pessoa humana. Prova processual penal. Identificação e investigação criminal genética. Garantismo.

## 1 INTRODUÇÃO

O tema que se pretendeu aqui analisar é o estudo da nova identificação criminal no processo penal brasileiro, por meio do DNA, diante das alterações que entraram em vigor com a lei nº 12.654, de 28 de maio de 2012, à luz de um enfoque garantista e constitucional.

O instituto da identificação criminal por meio da coleta de material genético foi colocado em debate com os princípios constitucionais, especialmente o da dignidade da pessoa humana e sob a ótica da Teoria Garantista de Luigi Ferrajoli (2014), com o objetivo de desvendar se há conformação da norma face aos requisitos externos de validade.

Tendo em vista a envergadura do princípio da dignidade da pessoa humana, Piovesan (2013, p. 89) afirma que:

[...] é no princípio da dignidade humana que a ordem jurídica encontra o próprio sentido, sendo seu ponto de partida e seu ponto de

<sup>1</sup> Graduada em Direito pelo Centro Universitário de Sete Lagoas. E-mail: abreu.julianapena@gmail.com | <sup>2</sup> Professor do Centro Universitário de Sete Lagoas. Promotor de Justiça do Ministério Público do Estado de Minas Gerais. E-mail: geraldo.magela@unifemm.edu.br

chegada, para a hermenêutica constitucional contemporânea. Consagra-se, assim, a dignidade humana como verdadeiro superprincípio, a orientar tanto o Direito Internacional como o Direito interno.

Bonavides (2001, p. 233) esclarece que “nenhum princípio é mais valioso para compendiar a unidade material da Constituição que o princípio da dignidade da pessoa humana”.

Quanto ao aspecto da produção probatória, Lopes Jr. (2016), afirma que, por meio delas é permitido ao juiz exercer a atividade recognoscitiva no processo oferecendo suporte necessário para uma reconstrução aproximativa dos fatos históricos que formarão sua convicção e legitimará a sentença. Essa “liberdade” do magistrado, não é plena, “se refere à não submissão do juiz a interesses políticos, econômicos ou mesmo à vontade da maioria”, decorre, também, “da própria ausência de um sistema de prova tarifada, de modo que todas as provas são relativas, nenhuma delas tem maior prestígio ou valor que as outras, nem mesmo as provas técnicas”.

Em 28 de maio do ano de 2012 foi sancionada a lei nº 12.654/12 que introduziu no sistema processual penal a coleta de perfil genético que passou a ser utilizada em duas finalidades: como método de investigação criminal e como forma de alimentar o banco de perfis genéticos para fins criminais.

Primeiramente, a tipagem do perfil genético se dá antes da condenação, objetivando a identificação criminal imediata para a persecução penal e indiretamente o armazenamento do perfil em um banco de referência. Nesse ponto, a alteração legislativa se deu com a inserção do parágrafo único ao artigo 5º da Lei nº 12.037/09, possibilitando a identificação criminal, também, por meio da obtenção do perfil genético.

Importante destacar que não houve um critério objetivo definindo as hipóteses para a tipagem genética, na realidade, traçou-se um critério

subjetivo, ficando a cargo da autorização judicial fundamentar a determinação que designa a identificação criminal e, caso haja negativa por parte do imputado, poder-se-á determinar a coleta coativa de amostra, sempre que for essencial às investigações policiais. Quanto à autorização judicial para intervenção corporal, observa-se que a matéria exige reserva de jurisdição, considerando-se que representa uma grave restrição de direitos fundamentais. A autorização deverá ser precedida de representação da autoridade policial ou requerimento do Ministério Público. Fundamentais as palavras de Lopes Jr.:

Ao juiz cabe julgar, ou seja, analisar o pedido e decidir, e não tomar qualquer iniciativa investigatória ou imiscuir-se em área que lhe é completamente estranha. Portanto, por qualquer ângulo que se analise, é um erro a atuação de ofício do juiz nesta seara. Diante do pedido de intervenção corporal para extração do DNA, deverá o juiz decidir de forma fundamentada, avaliando a real necessidade do ato, bem como a impossibilidade de se constituir aquela prova por outro meio menos lesivo e gravoso. Trata-se de ponderar e justificar a necessidade e adequação da medida, evitando sua banalização e distorção (LOPES JR., 2016, p. 331).

A segunda situação prevê a tipagem do perfil genético com o propósito imediato, exclusivamente, para nutrir o banco de perfis genéticos de referência. Destaca Sauthier que,

apesar de ela se dar na fase de execução da pena, é óbvio que isso se dá para a realização de identificações e investigações criminais na persecução penal de outros crimes (futuros ou pretéritos), diversos daquele que ensejou a condenação do imputado. Até porque, em relação ao crime pelo qual o imputado cumpre pena,

tais atividades dentro da “*persecutio criminis*” já não fazem mais sentido (SAUTHIER, 2015, p. 97).

Ressalta-se que a situação retratada tornou-se possível por meio do acréscimo do artigo 9º - A, e seus parágrafos 1º e 2º, na Lei nº 7.210/84. Importante salientar que os critérios que definem as hipóteses legais que autorizam a tipagem genética é objetiva e não subjetiva como anteriormente. A lei enumera os crimes que serão cabíveis a tipagem genética: crimes hediondos ou crimes dolosos com violência de natureza grave contra a pessoa. Critério diferenciador que merece destaque da situação anterior, é o fato dessa modalidade dispensar a autorização judicial para a coleta de material biológico, mesmo havendo negativa do condenado (SAUTHIER, 2015).

Quanto ao valor probatório da tipagem do perfil genético, Lopes Jr. (2016) destaca inúmeras situações que podem debilitar e até mesmo inviabilizar o exame de DNA como prova. Não raras vezes as amostras podem sofrer danos, em decorrência da situação em que são encontradas como em “superfícies não estéreis, podendo sofrer danos após o contato com a luz solar, micro-organismos e solventes”, o que pode levar a equívocos na interpretação dos resultados. Aponta a discussão do nexos causal, ou seja, como aquele material genético foi parar ali e até que ponto pode o réu ser responsabilizado penalmente pelo resultado, pelo simples fato de ter estado com a vítima. Menciona, também, a possibilidade de manipulação das provas, em razão de falhas que podem ocorrer em decorrência da cadeia de custódia, incorreta manipulação dos materiais, laudos falsos, etc.

Ainda quanto ao valor probatório do exame de DNA, Gomes Filho<sup>3</sup> *apud* Sauthier reconhece a extraordinária utilidade desse método de

investigação criminal para o processo penal, porém destaca que a pesquisa da verdade judicial deve obedecer a determinados critérios:

Em primeiro lugar, quanto à admissibilidade dos testes de DNA, a obtenção do material biológico não pode violar os direitos fundamentais do investigado ou acusado, tais como a integridade corporal, intimidade, honra, imagem, etc. Quanto à sua produção, essas provas sempre devem observar o contraditório. Finalmente, no que diz respeito à sua avaliação, é sempre conveniente lembrar que na reconstrução da verdade dos fatos, “nenhum elemento de prova tem valor absoluto” (SAUTHIER, 2015, p. 100, *aspas do autor*)

Lopes Jr. conclui que o magistrado não está vinculado ao laudo, podendo acolhê-lo ou refutá-lo, o “exame de DNA é muito importante, e com certeza terá uma grande influência na formação da convicção do julgador, mas é apenas mais uma prova, sem qualquer supremacia jurídica sobre a prova testemunhal, por exemplo”. Em suma, não existe “a rainha das provas” no processo penal, por mais sedutor que seja o discurso da “verdade científica” não é prova plena nem tampouco ostenta maior crédito que as demais (LOPES JR., 2016, p. 334-335).

Por isso, este trabalho teve como objetivo analisar a conformação ou não da norma em comento com os princípios constitucionais, principalmente se implica em violação à dignidade do indivíduo, tudo sob à ótica garantista.

<sup>3</sup> GOMES FILHO, Antônio Magalhães. O teste de DNA como prova criminal. Boletim do IBCCRIM, São Paulo, n. 18, p. 1, jul. 1994.

## 2 METODOLOGIA

A discussão se desenvolveu a partir de uma postura crítica, consistente em buscar, por meio de uma abordagem interdisciplinar, a visão da realidade processual penal à luz da Constituição Federal, seus princípios e à conformação da norma à perspectiva legitimante externa sob a ótica garantista.

A pesquisa foi desenvolvida a partir de uma vasta revisão bibliográfica permitindo o embasamento teórico para fundamentar toda a discussão apresentada. Para tanto, houve o levantamento, seleção, fichamento e arquivamento de informações fundamentais para a coleta de dados. Tendo em vista que a presente discussão esteve focada sob a ótica garantista, foi utilizada a obra “Direito e Razão: Teoria do Garantismo Penal”, de Luigi Ferrajoli.

Dessa forma, o objetivo geral da pesquisa foi o de verificar se a norma que trouxe ao ordenamento jurídico a possibilidade de identificação do indiciado através da coleta de material genético é compatível com os requisitos externos de validade da norma sob o prisma da sistemática processual garantista, e ainda, se seria razoável a sua aplicação em um Estado democrático de Direito.

Foram utilizadas como fontes principais para sustentar a discussão a Constituição Federal de 1988, as Leis de nº 7.210, de 11 de julho de 1984, 12.037, de 1 de outubro de 2009 e, em especial a Lei 12.654, de 28 de maio de 2012, assim como doutrinas relacionadas à problemática.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Investigando o tema sobre a identificação genética na investigação criminal e a legitimação externa da norma sob a ótica garantista restou claro que a intervenção corporal por meio da relativização de garantias fundamentais com o pretexto de garantir a segurança pública não encontra respaldo na proporcionalidade e no princípio da dignidade da pessoa humana.

Canotilho (2003) afirma que a República tem como fundamento o próprio ser humano, assegurando a este uma maior segurança face ao exercício do poder político, salientando a importância do princípio da dignidade da pessoa humana afirma que:

perante as experiências históricas de aniquilação do ser humano (inquisição, escravatura, nazismo, stalinismo, polpotismo, genocídios étnicos) a dignidade da pessoa humana como base da República significa, sem transcendências ou metafísicas, o reconhecimento do homo noumenon, ou seja, do indivíduo como limite e fundamento do domínio político da República (CANOTILHO, 2003, p. 225).

Indispensável a transcrição de Podlech<sup>4</sup> *apud* Sarlet (2006, p. 47):

na condição de limite da atividade dos poderes públicos, a dignidade necessariamente é algo que pertence a cada um e que não pode ser perdido ou alienado, porquanto, deixando de existir, não haveria mais limite a ser respeitado (este sendo considerado o elemento fixo e imutável da dignidade). Como tarefa (prestação) imposta ao Estado, a dignidade da pessoa reclama que este guie as suas ações tanto no sentido de preservar a dignidade existente, quanto objetivando a promoção da dignidade, especialmente criando condições que possibilitem o pleno exercício e fruição da dignidade, sendo portanto depen-

<sup>4</sup> PODLECH, Adalbert. Anmerkungen zu art. 1 abs. 1 grundgesetz, in: R. Wassermann (Org.), Kommentar zum grundgesetz für die bundesrepublik deutschland (alternativkommentar). 2. ed. Neuwied: Luchterhand, 1989. vol. II.

dente (a dignidade) da ordem comunitária, já que é de se perquirir até que ponto é possível ao indivíduo realizar, ele próprio, parcial ou totalmente, suas necessidades existenciais básicas ou se necessita, para tanto, do concurso do Estado ou da comunidade (este seria, portanto, o elemento mutável da dignidade) (SARLET, 2006, p. 47).

Quanto ao valor probatório do exame de DNA, Gomes Filho<sup>5</sup> *apud* Sauthier reconhece a extraordinária utilidade desse método de investigação criminal para o processo penal, porém destaca que a pesquisa da verdade judicial deve obedecer a determinados critérios:

Em primeiro lugar, quanto à **admissibilidade** dos testes de DNA, a obtenção do material biológico não pode violar os direitos fundamentais do investigado ou acusado, tais como a integridade corporal, intimidade, honra, imagem, etc. Quanto à sua **produção**, essas provas sempre devem observar o contraditório. Finalmente, no que diz respeito à sua avaliação, é sempre conveniente lembrar que na reconstrução da verdade dos fatos, “nenhum elemento de prova tem valor absoluto.” (SAUTHIER, 2015, p. 100, grifo do autor)

Segundo o magistério de Lopes Jr. (2015, p.334),

Ainda que a questão esteja longe de qualquer pacificação, pois estes estudos também estão sendo questionados, não podemos esquecer que todo saber é datado e tem prazo de validade. Uma teoria ou conhecimento reina até que venha outra teoria que a contrarie ou modifique. Não sem razão, a exposição de motivos do CPP é categórica: “todas as provas são relativas; nenhuma delas terá, *ex vi legis*, valor decisivo ou necessariamente maior prestígio que as outras”.

Deve-se atentar, sempre, para o fato de que os perfis genéticos somente poderão ser criados com a concordância do apenado, a coleta

obrigatória constitui clara violação à dignidade da pessoa humana, ele não pode ser obrigado a colaborar com a acusação, visto que o processo penal confere ao indivíduo o direito de abstenção de prova, bem como a garantia de não contribuir para sua própria condenação.

Portanto, para que a norma seja legitimada no ordenamento jurídico constitucional é necessária a interpretação conforme a constituição visando impedir a retirada precoce de normas infraconstitucionais que em um primeiro momento se revelam incompatíveis com a Constituição.

Contudo, temos que a norma em análise deverá ser afastada no que tange à obrigatoriedade da coleta de material biológico, visto que constitui clara violação à dignidade da pessoa humana. Constata-se, ainda, a desproporcionalidade entre a medida, em relação ao interesse do Estado de punir futuros delitos, os quais se presume seriam praticados pelo condenado que teve seu material biológico extraído, e as garantias fundamentais de qualquer ser humano.

#### 4 CONCLUSÃO

É inegável a conformidade da legitimidade interna da Lei nº 12.654/12, que está vigente no ordenamento jurídico brasileiro, por ter atendido aos requisitos necessários para sua promulgação. Porém, evidencia-se, a desconformidade face aos requisitos externos de validade da norma, sob a ótica garantista, observados nos modernos Estados de direito constitucional, com a priorização da garantia dos direitos fundamentais dos cidadãos e anulabilidade dos atos atentatórios aos preceitos constitucionais.

Sendo assim, para que a norma em referência seja legitimada na ordem jurídico constitucional, mister se faz excluir de seu âmbito de apli-

<sup>5</sup> GOMES FILHO, Antônio Magalhães. O teste de DNA como prova criminal. Boletim do IBCCRIM, São Paulo, n. 18, p. 1, jul. 1994.

cação a interpretação que conduza à possibilidade de se obter a identificação do perfil genético mediante extração de DNA do indivíduo coercitivamente, ainda que por ordem judicial, pois somente assim estar-se-á dando conformidade da norma ao texto preconizado na Constituição da República que se fundamenta na dignidade da pessoa humana.

## REFERÊNCIAS

BONAVIDES, Paulo. *Teoria constitucional da democracia participativa*: por um direito constitucional de luta e resistência, por uma nova hermenêutica, por uma repolitização da legitimidade. São Paulo: Malheiros, 2001.

BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília: Senado Federal, 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm)>. Acesso em: 11 out. 2016.

BRASIL. *Lei nº 7.210, de 11 de julho de 1984*. Institui a Lei de Execução Penal. Brasília: Senado Federal, 1984. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L7210.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7210.htm)>. Acesso em: 10 out. 2016.

BRASIL. *Lei nº 12.037, de 1 de outubro de 2009*. Dispõe sobre a identificação criminal do civilmente identificado, regulamentando o art. 5º, inciso LVIII, da Constituição Federal. Brasília: Senado Federal, 2009. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/112037.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112037.htm)>. Acesso em: 11 out. 2016.

BRASIL. *Lei nº 12.654, de 28 de maio de 2012*. Altera as leis nos 12.037, de 1º de outubro de 2009, e 7.210, de 11 de julho de 1984 - Lei de

Execução Penal, para prever a coleta de perfil genético como forma de identificação criminal, e dá outras providências. Brasília: Senado Federal, 2009. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/112037.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112037.htm)>. Acesso em: 11 out. 2016.

CANOTILHO, José Joaquim Gomes. *Direito constitucional e teoria da constituição*. 7. ed. Coimbra, PT: Almedina, 2003.

FERRAJOLI, Luigi. *Direito e razão*: teoria do garantismo penal. 4. ed. rev. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2014.

LOPES JR., Aury. *Direito Processual Penal*. 13. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

PIOVESAN, Flávia. *Direitos humanos e o direito constitucional internacional*. 14. ed. rev. e atual. São Paulo: Saraiva, 2013.

SAUTHIER, Rafael. *A identificação e a investigação criminal genética à luz dos direitos fundamentais e da Lei 12.654/12*. Curitiba: CRV, 2015.

# A IMPORTÂNCIA DA NORMA IEC-61850 NO SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA – SEP

Antônio Francisco da Silva<sup>1</sup>

Marco Antônio de Souza Mayrink<sup>2</sup>

## RESUMO

A energia elétrica como insumo imprescindível para o bem-estar da sociedade atual foi tema principal deste trabalho, que objetivou apresentar a importância do sistema elétrico de potência, descrevendo seus principais equipamentos localizados em subestações elétricas. Além disso, o trabalho mostrou que a comunicação é um dos parâmetros mais complexos dentro desse sistema, pois a sua eficiência e rapidez representam segurança de pessoas, de bens e bem-estar social. Com a finalidade de demonstrar essas importâncias, foi apresentada a norma *International Electrotechnical Commission* – Comissão Eletrotécnica Internacional – (IEC) 61850 que regulamenta o setor promovendo a interoperabilidade e intercambialidade de equipamentos frente aos diversos protocolos de comunicação existentes atualmente nesse meio. A abordagem da norma é muito ampla e para se tornar mais específico,

o trabalho se concentrou em uma funcionalidade que representa um dos pontos-chaves da mesma, que são as mensagens *Generic Object Oriented Substation Events* – Objeto Genérico Orientado a Evento de Subestação – (GOOSE) que traz grandes ganhos em termos de velocidade e segurança nas comunicações entre os Intelligent Electronic Devices (IEDs). Reforçando os preceitos já elencados, foram apresentados resultados de testes feitos em laboratórios a partir dos quais se pôde comprovar parte do sistema de funcionamento das mensagens GOOSE.

Palavras-chave: IEC 61850. Protocolos. Automação. Energia Elétrica. GOOSE.

<sup>1</sup> Graduado em Engenharia Elétrica pelo Centro Universitário de Sete Lagoas. E-mail: afs.silva1@hotmail.com

<sup>2</sup> Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Minas Gerais. E-mail: marco.mayrink@unifemm.edu.br

## 1 INTRODUÇÃO

A sociedade vem, ao longo dos tempos evoluindo, buscando sempre maior conforto, segurança e qualidade de vida. Em busca de tais objetivos, a energia elétrica se desponta como produto de fundamental importância, tanto que o gerenciamento e controle de seu fornecimento tornam-se vitais para a sociedade e, sua falta ou baixa qualidade são inaceitáveis nos dias de hoje.

As subestações de energia (SEs) representam um papel fundamental dentro do Sistema Elétrico de Potência (SEP) e podem ser definidas, segundo Frontin (2013, p. 80), “como um conjunto de sistemas específicos e interdependentes concebidos para atender a um objetivo comum: servir ao sistema elétrico da melhor maneira possível, atendendo aos seus requisitos no limite dos custos”.

Por meio das subestações, o controle de equipamentos é feito utilizando-se de protocolos de comunicação (conjunto de regras que controlam a comunicação de modo a governar a sintaxe e a semântica no intercâmbio de dados), que são tecnologias que tornam esse controle cada vez mais autônomo, ficando a cargo de programas computacionais, o comando das ações em casos de normalidade do sistema ou em situações de emergências, sendo necessária a interferência humana somente em situações muito específicas.

Nesse cenário, com o passar dos anos, surgiram diversos protocolos de comunicação, fazendo com que os fabricantes desenvolvessem tecnologias específicas e próprias, não integradas e muitas vezes incompatíveis, procurando sempre atender com excelência o funcionamento do sistema. Atualmente diversas gerações de tecnologias convivem simultaneamente dentro das subestações, uma vez que estas vêm sendo ampliadas em atendimento à crescente demanda do sistema elétrico.

A disponibilidade do sistema elétrico de potência requer um gerenciamento confiável, que tenha uma proteção precisa e eficiente, de modo que mantenha o mesmo em funcionamento contínuo e com segurança. Então, para que a proteção não se torne vulnerável gerando duplicidade de interpretações e conseqüente tomadas de decisões errôneas, as informações para operação do sistema devem estar bastante claras.

Coury (2011) ressalta que rapidez e precisão são as principais características desejadas nos sistemas de proteção. Esse sistema deve operar de forma autônoma, ou seja, ter a capacidade de retirar de operação somente circuitos atingidos, com o objetivo de, no caso de falta, restabelecer o fornecimento de energia com a maior brevidade possível, aos equipamentos ou usuários. Fenômenos diversos ocorrem a todo o momento no sistema elétrico, sendo o curto-circuito o que gera maior preocupação na operação do SEP, pois dá origem a correntes elevadas que circulam em todos os equipamentos conectados no circuito, podendo trazer prejuízos significativos para a concessionária e para os consumidores.

Mamede Filho (2011) comenta que essas falhas são inerentes à operação do SEP, apesar de todos os recursos, requisitos e recomendações das normas contempladas na elaboração dos projetos e na execução das instalações.

No sistema de proteção, os relés são considerados equipamentos essenciais, pois são responsáveis por receber informações dos transformadores de corrente (TCs) e transformadores de potência (TPs), processá-las e atuar no SEP com desconexão de trechos defeituosos, envio de informações para os operadores sobre a localização e tipo de falha, municiando os mesmos de dados para a melhor e mais rápida recuperação do sistema. Os relés atualmente são digitais e têm diversas funcionalidades em um único equipamento. Utilizando-se de protocolos diversos, tornam difíceis a comunicação entre equipamentos de



fabricantes diferentes, comprometendo a segurança e confiabilidade SEP. Diante da complexidade de gerenciamento e controle do SEP, tornam-se necessários recursos tecnológicos sofisticados que agregam equipamentos inteligentes e programas computacionais específicos. Pode-se citar o “SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), que são sistemas que utilizam software para monitorar e supervisionar as variáveis e os dispositivos de sistemas de controle conectados através de drivers específicos” (MUZY, 2012, p. 89).

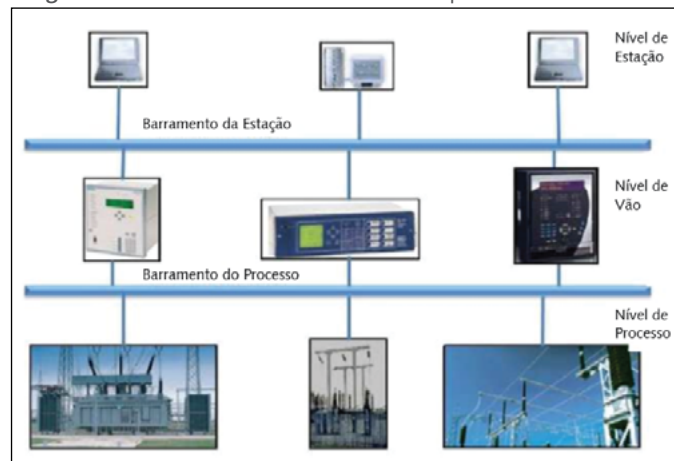
Com todas essas gerações de tecnologias de proteção, supervisão e controle, o sistema vem cada vez mais apresentando dificuldades de integração. Por isso, surgiram as normas que regulamentam o sistema com o intuito de padronizar a comunicação entre os equipamentos de fabricantes diferentes de modo que se tenha uma interoperabilidade e intercambialidade entre os mesmos dentro de uma mesma subestações.

Dentre as principais normas tem-se IEC 61850, que trata de diversos protocolos, sendo MMS (*Manufacturing Message Specification*) e GOOSE (*Generic Object Oriented Substation Events*) os mais utilizados em automação de subestações. A série IEC 61850 é uma norma extensa, que aborda padrões, instalação, testes e, devido à sua complexidade, foi dividida em 10 capítulos.

Dentre as diversas diretrizes estabelecidas pela norma IEC 61850, pode-se citar que as funções de um sistema de automação de subestações podem ser alocadas logicamente em três diferentes níveis (estação, vão/unidade, ou processo), conforme FIG. 1.

O nível “processo” recebe as variáveis analógicas advindas dos equipamentos primários através da rede, bem como as mensagens GOOSE. No nível “vão”, encontram-se os equipamentos de proteção, automação e controle.

Figura 1 – Modelo de interface de um SAS pela norma IEC 61850



Fonte: DUARTE, 2012. p. 19.

Ainda segundo Duarte (2012, p. 19), “nível de estação [...] é o nível superior dentro da subestação no qual se situam as interfaces locais (IHM) e as unidades centrais de subestação (UCS/*Gateway*) que se conectam com os centros de controle”.

“Para preencher os requisitos necessários para distribuição e alocação de funções de um SAS, todas elas têm que ser decompostas em nós lógicos que podem estar relacionados a um ou mais equipamentos.” (PICOLO, 2013, p. 57).

Ainda segundo Pico (2013, p. 57), nó lógico (LN) “é a menor parte de uma função que troca dados e representa uma função dentro de um equipamento”.

A norma IEC 61850, dentro das especificações de seus padrões e utilizando-se das características estabelecidas aos LNs, permite uma

comunicação eficiente entre equipamentos de fabricantes diferentes (DUARTE, 2012).

Os nós lógicos se interagem através de mensagens. As mensagens GOOSE dentro de uma rede de comunicação respeitam uma priorização, uma vez que é utilizada para operação de equipamentos de proteção, promovendo desligamentos em caso de emergências no sistema. Para atingir um nível de confiabilidade, as mensagens GOOSE utilizam de um recurso de retransmissão que consiste na repetição da mensagem por diversas vezes. A cada reenvio da mensagem o intervalo de tempo de espera aumenta, visando minimizar probabilidade de colisões e, com isso, evitando perdas de informações. Depois de atingido esse intervalo máximo, a mensagem é repetida indefinidamente, mantendo o último intervalo. Se o envio do sinal é descontinuado, o receptor assume que a conexão foi perdida, reiniciando o processo e buscando a garantia da entrega das mensagens.

## 2 METODOLOGIA

Para comprovação do comportamento das mensagens GOOSE foi utilizado um laboratório de testes instalado na UNIVERCEMIG, universidade corporativa da CEMIG, empresa concessionária de eletricidade com atuação nas áreas de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia, com presença no Brasil e América do Sul.

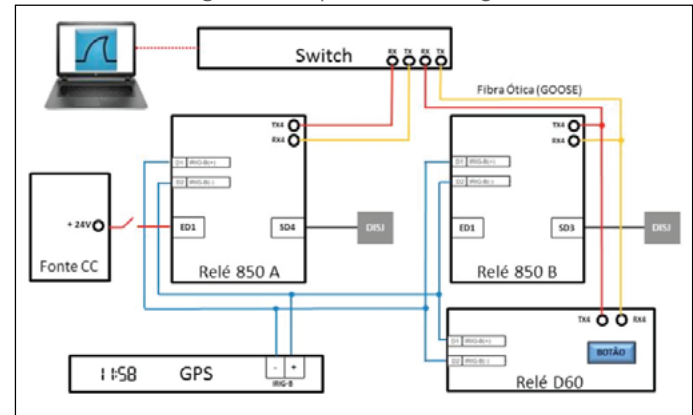
Na realização da simulação de comunicação entre os IED's foi necessário fazer a excitação de uma entrada digital de um IED transmitindo um sinal digital para outro IED. Nessa excitação foi aplicado um pulso elétrico de 24 VCC no IED 850 A, que resultou no envio de uma mensagem GOOSE para o segundo IED (D60), simulando com isso a ocorrência de evento. Em uma situação real essa mensagem desencadearia uma atuação

de um dispositivo físico dentro de uma subestação de energia, como por exemplo, o desligamento ou religamento de alguma parte do sistema elétrico. A configuração dos equipamentos não foi objeto do teste, uma vez que os mesmos já se encontravam previamente configurados utilizando softwares específicos do fabricante.

Foram utilizados IED's do fabricante GE, sendo um relé de proteção Multilin 850 e um relé de proteção Multilin D60. Para a captura e análise do tráfego de dados na rede de comunicação entre os IED's, foi utilizado o programa *Wireshark* que permite a visualização desse tráfego de dados com suporte a diversos protocolos, dentre eles as mensagens GOOSE, permitindo a captura em tempo real e análise off-line.

Para a realização dos testes, outros equipamentos foram necessariamente utilizados como o Switch, o GPS e a fonte CC, que estão representados no esquema de montagem da figura 2.

Figura 2 – Esquema da Montagem

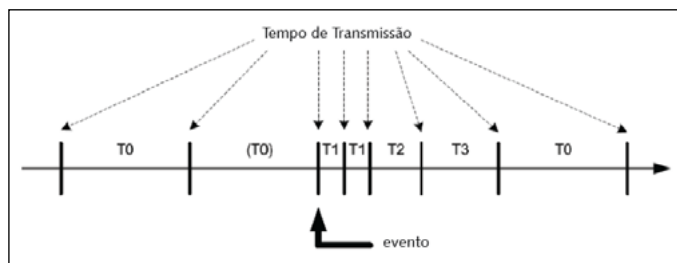


Fonte: Elaborado pelos autores.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As mensagens GOOSE utilizam de um recurso de retransmissão que consiste na repetição da mensagem por diversas vezes. A cada envio da mensagem o intervalo de tempo de espera aumenta, visando minimizar colisões e com isso evitando perdas de informações. Depois de atingido esse intervalo máximo, a mensagem é repetida indefinidamente, mantendo este último intervalo. Se o envio do sinal é descontinuado, o receptor assume que a conexão foi perdida, reiniciando o processo, garantindo a entrega das mensagens. A FIG. 3 demonstra a sequência de envio dessas mensagens.

Figura 3 – Tempo de transmissão da mensagem GOOSE



Fonte: RODRIGUES, 2013. p. 62

Os instantes de tempo são definidos como:

- $T_0$  – retransmissão da mensagem GOOSE com o estado do ponto inalterado;
- $(T_0)$  – retransmissão da mensagem GOOSE quando de repente ocorre a mudança no estado do ponto;
- $T_1$  – transmissão da mensagem GOOSE com o estado alterado em períodos curtos;

- $T_2$  e  $T_3$  – incremento no período de transmissão com tempo maior que  $T_1$ , até que se atinja a estabilidade e a mensagem passa a ser retransmitida periodicamente com período de transmissão igual a  $T_0$ .

A partir dos dados coletados pôde-se verificar os tempos de envio das mensagens GOOSE entre os equipamentos. Na tabela 1 estão relacionados os eventos que representam a entrada de mensagens GOOSE na rede, sendo que entre os intervalos dos eventos de 1 a 3 o envio das mensagens está com intervalos muito próximos (em torno de 1010 a 1013 ms). No evento 4 ocorre a excitação do ponto e a partir desse evento os intervalos dos eventos 5, 6 e 7 ocorrem em um tempo reduzido, como previsto pela norma IEC 61850. A partir do evento 8, os intervalos voltam a condição inicial representando a permanência do estado do equipamento (novamente em torno dos 1010 ms).

Tabela 1 – Dados das mensagens GOOSE no teste

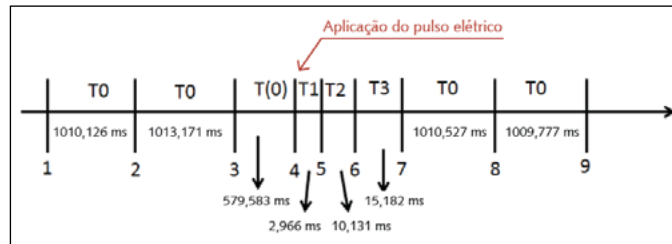
Eventos	Entrada de msg GOOSE na rede (s)	Tempo decorrido entre uma mensagem e a anterior (ms)
1	76,770161	-
2	77,780287	1010,126
3	78,793458	1013,171
4	79,373241	579,783
5	79,376207	2,966
6	79,386338	10,131
7	79,40152	15,182
8	80,412047	1010,527
9	81,421824	1009,777

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na figura 4 estão representados esses dados relacionando os mesmos com os instantes de tempo  $T_0$ ,  $T(0)$ ,  $T_1$ ,  $T_2$  e  $T_3$ . A barra horizontal representa a evolução do tempo de coleta dos dados e as barras verticais representam a entrada das mensagens na rede. Os dados mostram a comprovando da repetição e velocidade de envio das

mensagens GOOSE, que foi o objetivo principal no desenvolvimento desse trabalho.

**Figura 4** – Tempo de transmissão das mensagens GOOSE na excitação do ponto



Fonte: Adaptada de RODRIGUES, 2013, p. 62.

## 4 CONCLUSÃO

A aplicação dos preceitos estabelecidos pela IEC 61850 tornou-se imprescindível para a eficiência do funcionamento do SEP, sendo que sua padronização por parte das concessionárias é fato primordial frente às tecnologias embarcadas nos equipamentos que vêm para facilitar a manutenção e operação do mesmo.

Dentro de um cenário que exige rapidez e confiabilidade, pode-se ter nas mensagens GOOSE um fator facilitador para atingir esses objetivos. Sua característica de retransmissão em intervalos inferiores perante a ocorrência de eventos permite atender as especificidades do sistema elétrico com grande desempenho.

A demonstração de ocorrência com o respectivo registro mostrado neste trabalho comprova uma das características mais relevantes da

norma IEC 61850, que é a velocidade das mensagens GOOSE, comprovando a efetividade dessas mensagens e confirmando os preceitos estabelecidos pela norma.

## REFERÊNCIAS

COURY, Denis Vinicius; Oleskovicz, Mario; Giovanini, Renan. *Proteção digital de sistemas elétricos: dos relés eletromecânicos aos microprocessadores inteligentes*. São Carlos: EESC-USP, 2011. 378 p.

DUARTE, Alexandre Bitencourt. *Fundamentos da série de normas IEC 61850 e sua aplicação nas subestações*. 2012. 58f. Monografia (Especialização em Teleinformática e Rede de Computadores) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Curitiba, 16 ago. 2012. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/8754201-Universidade-tecnologica-federal-do-parana-programa-de-pos-graduacao-em-teleinformatica-e-redes-de-computadores.html>>. Acesso em: 30 abr. 2016.

FRONTIN, Sérgio de Oliveira. *Equipamentos de Alta Tensão: Prospecção e Hierarquização de Inovações Tecnológicas*. Brasília: Goya, 2013. 934 p.

GE, General Electric. Disponível em: <https://www.gegridsolutions.com/app/ViewFiles.aspx?prod=850&ctype=3>. Acesso em: 01 nov. 2016.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. *IEC 61850-1: Introduction and overview*. Geneva: IEC Central Office, 2013, 78f.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. *IEC 61850-10: Conformance testing*: IEC Central Office, 2012, 174f.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION.

IEC 61850-2: Glossary. Geneva: IEC Central Office, 2003, 48f.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION.  
*IEC 61850-3*: General requirements: IEC Central Office, 2013, 140f.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION.  
*IEC 61850-4*: System and project management: IEC Central Office, 2011, 78f.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION.  
*IEC 61850-5*: Communication requirements for functions and device models: IEC Central Office, 2013, 310f.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION.  
*IEC 61850-6*: Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs: IEC Central Office, 2009, 220f.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION.  
*IEC 61850-7-1*: Basic communication structure – Principles and models: IEC Central Office, 2011, 294f.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION.  
*IEC 61850-7-2*: Basic information and communication structure – Abstract communication service interface (ACSI): IEC Central Office, 2010, 218f.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION.  
*IEC 61850-7-3*: Basic communication structure – Common data classes: IEC Central Office, 2010, 186f.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION.  
*IEC 61850-7-4*: Basic communication structure – Compatible logical node classes and data object classes: IEC Central Office, 2010, 184f.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION.  
*IEC 61850-8-1*: Specific communication service mapping (SCSM) – Mappings to MMS (ISO 9506-1 and ISO 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3: IEC Central Office, 2011, 390f.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION.  
*IEC 61850-8-1*: Specific communication service mapping (SCSM) – Mappings to MMS (ISO 9506-1 and ISO 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3: IEC Central Office, 2011, 390f.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION.  
*IEC 61850-9-2*: Specific communication service mapping (SCSM) – Sampled values over ISO/IEC 8802-3: IEC Central Office, 2011, 70f.

MAMEDE FILHO, João. Proteção do sistema elétrico de potência. Rio de Janeiro. LTC, 2014. 569p.

MUZY, Gustavo Luiz Castro de Oliveira. *Subestações Elétricas*. Projeto de Graduação UFRJ. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Elétrica, Rio de Janeiro 2012. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10005233.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2016.

PICOLO, Hugo Estevam de Freitas. *Aplicação da norma IEC 61850 na proteção, especificação dos equipamentos, supervisão e controle de subestações*. 2013. 125f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, nov. 2013. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10010623.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2016.

RODRIGUES, Guilherme Freitas. *Benefícios da Utilização da Norma IEC 61850 em Sistemas de Automação de Subestações e Proteção de Sistemas Elétricos*. 2013. 126p. Projeto de graduação (graduação em enge-

nharia elétrica) – Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Agosto de 2013. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufjf.br/monografias/monopoli10007403.pdf>>. Acesso em: 10 mai 2016.

# A LEGITIMIDADE CONSTITUCIONAL ATRIBUÍDA AO PODER JUDICIÁRIO NO CONTROLE E INTERVENÇÃO CONCERNENTES À IMPLEMENTAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

Michel de Oliveira Lima<sup>1</sup>

Carolina Rodrigues Schettino Valente<sup>2</sup>

## RESUMO

O presente trabalho teve por finalidade a demonstração, arrimada na doutrina, jurisprudência e principalmente na Constituição Federal de 1988, da legitimidade constitucional do Poder Judiciário no controle e intervenção em matéria de políticas públicas. Seguindo uma lógica de argumentos doutrinários e jurisprudenciais, concluiu-se que o arranjo democrático e o modelo constitucional adotados atribuíram legitimidade ao Judiciário para colmatar as eventuais lacunas deixadas pelos Poderes Legislativo e Executivo na consecução de políticas públicas, cujo objetivo é a garantia dos direitos fundamentais.

**Palavras-chave:** Constituição. Poder Judiciário. Mínimo Existencial. Reserva do Possível. Separação de Poderes.

## 1 INTRODUÇÃO

Em tempos de densa participação democrática na “*res publica*” e de constitucionalização dos direitos, em que pese a falta de representatividade e credibilidade dos Poderes Legislativo e Executivo, indaga-se acerca da legitimidade do Poder Judiciário para colmatar a omissão dos outros Poderes em matéria de controle e intervenção na implementação de políticas públicas.

Por opção do constituinte, nosso modelo constitucional privilegia a interpretação de todo o arcabouço jurídico conforme a Constituição de 1988 e a ela confere supremacia. Portanto, a partir da compreensão dos princípios e normas constitucionais, do sistema de controle de constitucionalidade e da concepção flexível contemporânea da Separação dos Poderes conclui-se que o Poder Judiciário possui legitimidade constitu-

<sup>1</sup> Graduando em Direito pelo Centro Universitário de Sete Lagoas – UNIFEMM. E-mail: michel.oliveira@alunos.unifemm.edu.br | <sup>2</sup> Mestre em Administração Pública pela Escola de Governo Professor Paulo Neves de Carvalho da Fundação João Pinheiro/MG – FJP. E-mail: carolschettino2008@hotmail.com.

cional no controle e intervenção atinentes à implementação de políticas públicas quando, por ação ou omissão do Poder Público, houver violação dos direitos fundamentais, principalmente os de segunda geração.

É inegável a relevância do tema apresentado, porquanto se encontra no centro das discussões acadêmicas e jurisprudenciais. Na atual conjuntura política brasileira, ter um Poder da República que seja legítimo para garantir a efetividade dos direitos fundamentais, cuja defesa precípua é o mínimo existencial consubstanciado no princípio da dignidade da pessoa humana, é a certeza de que o conteúdo programático de direitos previsto na Constituição será concretizado.

Com o objetivo de construir uma conclusão lógica sobre o tema proposto, foram apresentados os princípios da Administração Pública que, positivados no *caput* do art. 37 da Carta Magna, formam o eixo central das engrenagens da gestão pública. O contraponto existente entre a reserva do possível e o mínimo existencial, os argumentos sobre a escassez de recursos para o financiamento de políticas públicas, e o patamar mínimo de direitos sociais conquistados e garantidos constitucionalmente. Abordou-se também a evolução dos direitos fundamentais simultaneamente ao modelo de Estado Liberal, Social e Democrático de Direito. Por fim, discutiu-se sobre a argumentação em torno da legitimidade constitucional atribuída ao Poder Judiciário para controlar e intervir na seara de políticas públicas, excepcionalmente, quando e se houver omissão dos Poderes Legislativo e Executivo para, assim, resguardar a supremacia da Constituição da República de 1988 e os direitos fundamentais nela insculpidos.

## 2 METODOLOGIA

Nos trilhos de uma substanciosa pesquisa bibliográfica, jurisprudencial e doutrinária mergulhamos em um árduo trabalho de leitura crítica e analítica acerca dos principais temas concernentes à temática exposta.

Imergirmos nos mais diversos argumentos acadêmicos sobre a reserva do possível e do mínimo existencial, eixo nuclear de toda a discussão empreendida acerca da legitimidade que o Poder Judiciário possui na implementação de políticas públicas que garantam o respeito ao princípio fundamental da dignidade da pessoa humana.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na senda de um método lógico-constitucional, alcançamos uma resposta razoável no sentido de não obstante às dificuldades estruturais e financeiras do Estado, sua função precípua constitucional de garantir o mínimo existencial se impõe como legitimidade de sua própria existência, ou seja, o Estado é legítimo quando resguarda e garante o mínimo suficiente ao cidadão, cuja proteção primeira é a sua dignidade.

O desenho constitucional adotado pelo Brasil permite e até conclama a atuação proativa do Poder Judiciário quando houver ação ou omissão do Poder Público no sentido de colmatar as lacunas abertas pela atuação ineficiente dos outros Poderes. A concepção de supremacia da Constituição outorga ao seu guardião, o Judiciário, os poderes-deveres necessários à implementação das garantias previstas no texto constitucional que, por sua dimensão normativa, vincula os Poderes da República a tornarem concreto o conteúdo programático constitucional.



Evidencia-se a relevância da pesquisa empreendida no tocante à aplicabilidade de suas conclusões na concretização real das garantias fundamentais positivadas na Carta Cidadã. De fato, a legitimidade em sede constitucional do Poder Judiciário para intervir quando há omissão do Legislativo e do Executivo na consecução de políticas públicas evidencia a concretização da garantia da inafastabilidade jurisdicional na defesa de direitos.

Na era da conscientização e fruição dos direitos constitucionais garantidos no âmbito do Estado Democrático de Direito, necessário se faz a mobilização cidadã no sentido de exigir o respeito aos direitos fundamentais e, necessariamente, à dignidade humana de que goza todo cidadão, razão de ser da tutela de todo ordenamento jurídico. Ao respeitar a dignidade humana e a intangibilidade dos direitos fundamentais, é a própria Constituição que é respeitada.

Assim, sob a égide da Constituição Federal de 1988, essencialmente no que tange a atual concepção do Princípio da Separação dos Poderes, há um contínuo ativismo do Poder Judiciário nas questões atinentes à garantia dos direitos fundamentais de todos os cidadãos, principalmente os mais vulneráveis, diante da grave omissão política dos Poderes Legislativo e Executivo que, continuamente no exercício de suas funções, ofendem a Carta Magna em ações ou omissões inconstitucionais.

#### 4 CONCLUSÕES

A pesquisa bibliográfica e jurisprudencial realizada neste trabalho teve como escopo assinalar a legitimidade constitucional de que goza o Poder Judiciário no controle e intervenção em matéria de implementação de políticas públicas, cuja finalidade precípua é a garantia de efetividade dos direitos fundamentais insculpidos na Carta Fundamental de 1988.

Após levantamento bibliográfico e análise, foi constatado a legitimidade constitucional de que goza o Poder Judiciário no controle e intervenção em matéria de implementação de políticas públicas, cuja finalidade precípua é a garantia de efetividade dos direitos fundamentais insculpidos na Carta Fundamental de 1988.

O desenho constitucional adotado pelo Brasil permite e até conclama a atuação proativa do Poder Judiciário quando houver ação ou omissão do Poder Público no sentido de colmatar as lacunas abertas pela atuação ineficiente dos outros Poderes. A concepção de supremacia da Constituição outorga ao seu guardião, o Judiciário, os poderes-deveres necessários à implementação das garantias previstas no texto constitucional que, por sua dimensão normativa, vincula os Poderes da República a tornarem concreto o conteúdo programático constitucional.

## REFERÊNCIAS

BARROSO, Luís Roberto. Judicialização, ativismo judicial e legitimidade democrática. *Revista de Direito do Estado*, Rio de Janeiro, nº13, p. 71-91, jan./mar. 2009.

BARROSO, Luís Roberto. *Curso de direito constitucional contemporâneo: os conceitos fundamentais e a construção do novo modelo*. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2015. 576 p.

BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília: Senado, 1988. 113 p.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal. *Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamental ADPF 45 MC/DF*. Relator: Celso de Mello. Diário de Justiça Eletrônico, Brasília, 04 maio 2004. Disponível em: <[http://www.stf.jus.br/arquivo/informativo/documento/informativo345 .htm](http://www.stf.jus.br/arquivo/informativo/documento/informativo345.htm)>. Acesso em: 09 jun. 2016.

FERNANDES, Bernardo Gonçalves. *Curso de direito constitucional*. 7. ed. rev. e ampl. Salvador: JusPodivm, 2015. 1376 p.

# ANÁLISE DE FUNDAÇÃO DO PRÉDIO COMERCIAL EXECUTADO PELA CONSTRUTORA NOVO DIA

Raíssa Souza Morato<sup>1</sup>  
Bárbara Héllen Rodrigues<sup>2</sup>

## RESUMO

A fundação de uma edificação é o elemento estrutural responsável pela sustentação e estabilidade, transmitindo as cargas da edificação ao terreno. Um bom dimensionamento, além de garantir a segurança estrutural, também evita prejuízos financeiros à empresa e ao contratante. Este trabalho apresentou uma análise para verificar qual fundação é a ideal para o prédio comercial, executado pela Construtora Novo Dia. Para isso, foram levadas em consideração as características e restrições das fundações, os aspectos importantes sobre a edificação, a vizinhança, a resistência do solo e as cargas atuantes. Após uma

criteriosa análise, duas fundações foram selecionadas por serem tecnicamente viáveis: tubulão a céu aberto e estaca hélice contínua. Posteriormente, ambas foram dimensionadas e tiveram seus custos analisados, através dos orçamentos obtidos. Desta forma, concluiu-se que a fundação ideal é o tubulão a céu aberto, pois além de ser viável tecnicamente, também é a mais econômica.

**Palavras-chave:** Fundações. Tubulão a Céu Aberto. Estaca Hélice Contínua.

<sup>1</sup> Graduada em Engenharia Civil pelo Centro Universitário de Sete Lagoas – UNIFEMM. E-mail: raissamoratomnm@gmail.com

<sup>2</sup> Mestre em Construções Metálicas pela Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP. E-mail: profa.barbarahellen@gmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

Um edifício pode ser constituído a partir de três partes principais, sendo a superestrutura, a subestrutura e a fundação. A superestrutura é toda a parte que se projeta acima do solo; a subestrutura é a parte inferior da estrutura; e a fundação que tem como função transmitir ao terreno as cargas da edificação. (ALLEN e IANO, 2013)

Segundo Joppert Jr. (2013, p. 91), “a fundação de uma edificação não é o item mais oneroso de uma obra, podendo o seu custo variar entre 3% e 7% do custo total do empreendimento. Apesar disso, erros conceituais de projeto e vícios executivos podem acarretar custos diretos e indiretos elevadíssimos”.

Para Alonso (2011), as fundações devem ser projetadas e executadas para garantir as condições mínimas de segurança, funcionalidade e durabilidade. Desta forma, a maneira como são atendidas essas condições irá refletir no desempenho das fundações, que está intimamente ligado ao controle e à garantia da qualidade impostos pelas equipes envolvidas no projeto e na execução das fundações.

Atualmente, mesmo diante de uma crise financeira, a construção civil é um dos setores mais relevantes da economia brasileira. Fundada em 1992, a Construtora Novo Dia é uma empresa que vem crescendo a cada dia e atua com construções de obras privadas, públicas e industriais, além de assessoria e projetos.

Uma das obras em andamento, executada pela Construtora Novo Dia, é um prédio comercial que está sendo construído no centro de Sete Lagoas/MG. Por ser uma obra de grande porte e ter um grande investimento financeiro, é necessário que seja feito um estudo criterioso da fundação, tendo em vista que este é o elemento responsável pela sus-

tenção e estabilidade da estrutura. Caso contrário, poderá acarretar grandes problemas estruturais e prejuízo financeiro.

O problema a ser solucionado por este trabalho é: a fundação escolhida no projeto da edificação analisada é a solução estrutural mais adequada para o empreendimento a que se destina?

Desta forma, o objetivo geral é avaliar se a fundação escolhida para o prédio comercial, executado pela Construtora Novo Dia, é a solução estrutural mais viável e econômica. Para isso, é necessário atender aos objetivos específicos: estudar o tema através de literaturas; coletar dados; analisar os dados coletados; verificar as possibilidades e confrontar os tipos de fundação; determinar as fundações viáveis; dimensionar e comparar o custo das fundações selecionadas; e, por fim, determinar a fundação ideal.

## 2 METODOLOGIA

A edificação do prédio comercial, executado pela Construtora Novo Dia, possui alguns aspectos importantes, que serviram de base para a tomada de decisão quanto à escolha da fundação ideal. Desta forma, foi analisado os critérios técnicos e econômicos, além de também levar em conta a experiência e questões construtivas.

De acordo com o mapa de cargas, a edificação possui 45 pilares transmitindo as cargas para fundação. A discrepância de valores é muito grande, pois as cargas nos pilares variam de 7,80 kN a 1.703,40 kN, sem considerar as combinações dos estados limites. Desta forma, fundações com pouca capacidade de carga foram desconsideradas.

Uma investigação adequada do terreno é de extrema importância para a elaboração de um projeto seguro e econômico, evitando

<sup>3</sup> A sigla SPT tem origem no inglês (standard penetration test) e significa ensaio de penetração padrão.

dificuldades durante a construção. O método escolhido pela empresa foi sondagem a percussão, através do SPT<sup>3</sup>. Na obra analisada, o solo encontrado na primeira camada foi “argila siltosa pouco arenosa com pedregulhos finos e médios”, com consistência “mole a rija”. Na segunda camada, o solo encontrado foi “silte argiloso pouco arenoso”, com consistência “rija à dura”. O nível d’água foi encontrado na profundidade aproximada de 7 m. Desta forma, as fundações que não podem ser executadas abaixo do nível d’água são inviáveis para este caso.

Conhecer as construções vizinhas da edificação também é fundamental para evitar problemas posteriores. A obra analisada está situada à Avenida Senhor dos Passos, 232, no Centro de Sete Lagoas/MG. Esta região é extremamente movimentada, pois está localizada no centro da cidade, possuindo diversas edificações comerciais no entorno da obra. Desta forma, fundações que ocasionam vibrações e barulhos excessivos foram desconsideradas.

Após a análise de diversos fatores técnicos e executivos das fundações rasas e profundas, os tipos de fundação que são mais atrativas e viáveis para a edificação analisada é o tubulão a céu aberto e a estaca hélice contínua. Desta forma, para determinar qual a fundação mais econômica para o empreendimento, foram feitos o dimensionamento e a análise dos custos das fundações selecionadas.

## 2.1 Tubulão a Céu Aberto

O dimensionamento dos tubulões a céu aberto foi realizado no programa Excel. Inicialmente, foi feita uma análise do mapa de cargas, considerando apenas as cargas normais (compressão). Depois, partiu-se para a tensão admissível do solo. Com estes dois dados em mãos, fez-se o dimensionamento dos tubulões: diâmetro do fuste, diâmetro da

base, altura do fuste, altura da base e altura total. Com estas dimensões, fez-se o dimensionamento dos blocos de coroamento e o peso de cada bloco também foi determinado. O próximo passo foi a análise do pilar com esforço de momento e os pilares de divisa, que utilizaram viga alavanca. Desta forma, com os esforços atuantes, distância entre os pilares alavancados e com as excentricidades determinadas (pela dimensão do pilar e do bloco), encontrou-se as novas cargas normais a serem utilizadas nos cálculos dos pilares envolvidos. Sendo assim, as novas cargas (pilares alavancados e com momento) e os pesos dos blocos de coroamento de todos os pilares foram considerados no dimensionamento dos tubulões, adaptando as dimensões encontradas. Só assim, foi determinado o volume total de concreto e aço necessário para execução dos tubulões e blocos de coroamento, juntamente com o volume total de escavação para realização dos orçamentos.

## 2.2 Estaca Hélice Contínua

O dimensionamento das estacas hélice contínua foi realizado no programa Excel. Inicialmente, foi feita uma análise do mapa de cargas, considerando apenas as cargas normais (compressão) através das combinações últimas. Com as piores combinações de cargas e a sondagem do solo em mãos, fez-se o dimensionamento das estacas: diâmetro, profundidade e quantidade de estacas por bloco. Com estes dados, fez-se o dimensionamento dos blocos de coroamento e o peso de cada bloco também foi determinado. O próximo passo foi a análise do pilar com esforço de momento e os pilares de divisa, que utilizaram viga alavanca. Desta forma, com os esforços atuantes, distância entre os pilares alavancados e com as excentricidades determinadas (pela dimensão do pilar e do bloco), encontrou-se as novas cargas normais a serem utilizadas

nos cálculos dos pilares envolvidos. Sendo assim, as novas cargas (pilares alavancados e com momento) e os pesos dos blocos de coroamento de todos os pilares foram considerados no dimensionamento das estacas, adaptando as dimensões encontradas. Só assim, foi determinado o volume total de concreto e aço necessário para execução das estacas e blocos de coroamento, juntamente com quantidade em metros lineares de cada diâmetro para realização dos orçamentos.

### 3 ANÁLISE DE DADOS

#### 3.1 Tubulão a Céu Aberto

##### 3.1.1 Esforços atuantes

Devido às grandes dimensões da base em relação ao fuste, os tubulões trabalham por ponta, ou seja, não se leva em consideração a resistência lateral que existe entre o fuste e o solo. Por se agir em favor da segurança, as cargas não foram majoradas através dos estados limites.

O P56 possui excentricidade apenas em x, neste caso, apenas o  $M_y = 92,5$  kN foi utilizado. Com o pilar de 0,20 m (na direção analisada) e um bloco com base 1,25x1,25 m, a excentricidade gerada foi de 0,425 m. Desta forma, a força de compressão de 202,063 kN (carga do pilar somada ao peso do bloco), considerando o esforço do momento passou a ser 419,71 kN. Já o P25, não possui excentricidade pois não é um pilar de divisa. Com isso, a carga atuante (compressão) permaneceu 467,70 kN.

##### 3.1.2 Pilares de divisas

Além do P56, a edificação possui mais 16 pilares de canto. Em análise, os pilares que possuem maiores carregamentos são o P4 e P5. Os demais pilares, por possuírem carregamentos menores, não tiveram a excentricidade considerada. Contudo, como todos os blocos da edificação serão ligados através de cintas, automaticamente os momentos gerados por essas excentricidades serão anulados. No caso do P56, por possuir um esforço de momento adicional, também será analisado juntamente com o P4 e P5.

Como solução para estes três casos, foram criadas vigas alavancas com o objetivo de absorver o momento gerado. O P4 foi alavancado ao P15, a uma distância de 3,21 m. O P5 foi alavancado ao P16, também a uma distância de 3,21 m. Já o P56 foi alavancado ao P24, a uma distância de 7,86 m. Desta forma, as cargas normais (compressão) dos pilares P4, P5 e P56 foram aumentadas e as cargas dos pilares alavancados, P15, P16 e P24 tiveram suas cargas reduzidas. Ou seja, a carga do P56 passou de 419,71 kN para 442,404 kN; a carga do P4 passou de 602,9 kN para 668,575 kN; a carga do P5 passou de 414,10 kN para 459,209 kN; a carga do P24 passou de 119,8 kN para 108,453 kN; a carga do P15 passou de 1622,60 kN para 1589,762 kN; e a carga do P16 passou de 995,60 kN para 973,046 kN.

##### 3.1.3 Tensão admissível do solo

A sondagem foi realizada, contendo 3 furos, para análise. O furo utilizado foi o Furo 1, por ser a pior situação, ou seja, solo com pior resistência. Os  $SPT_{\text{médio}}$  foram calculados para cada tubulão e posteriormente fez-se média geral. A média geral dos  $SPT_{\text{médio}}$  foi de 23,31, porém a pior situação é o  $SPT_{\text{médio}}$  igual a 21. Desta forma, foi

utilizada a pior situação nos cálculos. A tensão admissível do solo foi calculada e o valor encontrado foi de 700 kPa. Este valor foi adotado em todos os dimensionamentos dos tubulões.

### 3.1.4 Dimensionamento dos blocos de coroamento

Os blocos de coroamento foram determinados com base 1,00x1,00 m e altura 0,90 m. Exceto os blocos dos tubulões P25 e P56, que possuem base de 1,25x1,25 m e altura 1,00 m, e o tubulão P42, que possui base 1,50x1,50 m e altura 0,90 m. O volume total de concreto necessário é de 42,950 m<sup>3</sup>.

A quantidade de aço necessária para executar a armadura principal dos blocos é de 190,629 Kg/779,02m para os diâmetros de 6,3 mm e 302,239 Kg/490,22m para os diâmetros de 10mm. Para executar os estribos dos blocos é necessário 1167,139 Kg ou 4769,60 m para os diâmetros de 6,3 mm.

### 3.1.5 Dimensionamento dos tubulões

Os tubulões foram dimensionados utilizando as cargas normais somadas ao peso do bloco de coroamento (Pw), foi adotado o diâmetro do fuste mínimo de 0,70 m para todos os tubulões, conforme a NBR 6122 (2010). O diâmetro da base mínimo adotado foi 1,00 m, devido ao diâmetro do fuste, ao ângulo de inclinação necessário, à facilidade de escavação e para manter a figura geométrica. Já a altura da base mínima adotada foi de 0,70 m também pelos mesmos critérios do diâmetro da base. As alturas totais variaram de acordo com o nível da cota que o tubulão está assentado.

Os tubulões foram dimensionados todos com bases circulares. Porém, os tubulões P31 e P32 tiveram suas bases sobrepostas. Desta forma,

foram alterados para base falsa-elipse. Os diâmetros dos fustes e as alturas das bases foram adotadas conforme critérios dos tubulões circulares.

O volume total de concreto necessário para executar os tubulões com base circular é de 93,116 m<sup>3</sup> e com base falsa elipse é de 4,192 m<sup>3</sup>. Já o comprimento total dos fustes é de 181,70 m.

A quantidade e comprimento das armaduras foram iguais para todos os tubulões, exceto o P56 que foi armado até o fundo. A quantidade de aço necessária para executar a armadura de topo dos tubulões é de 2193,88 Kg ou 1390,00 m para o diâmetro de 16 mm. Para executar os estribos dos tubulões é necessário 479,864 Kg ou 1961,00 m para o diâmetro de 6,3 mm.

### 3.1.6 Orçamento dos tubulões e blocos de coroamento

Os orçamentos realizados tiveram como objetivo conhecer o valor aproximado necessário para executar os tubulões e blocos de coroamento. Contudo, foi levado em consideração apenas os valores de concreto, aço e escavação (trado mecanizado e manual). As despesas com mão de obra (pessoal) não foram levadas em conta, pois o orçamento completo não é o objetivo central do trabalho e sim para se ter uma base de tomada de decisão. Todos os orçamentos foram fornecidos por empresas de Sete Lagoas/MG. O objetivo foi deixar a cotação de acordo com a realidade da cidade.

## 3.2 Estaca Hélice Contínua

### 3.2.1 Esforços atuantes

Com o mapa de cargas, foram analisados os estados limites últimos (ELU) e de serviço (ELS). Porém, foi adotado nos cálculos os

valores referentes ao ELU, pois é a situação onde a estrutura perde a capacidade resistente, ou seja, chega a ruptura. Desta forma, as piores combinações das cargas à compressão foram utilizadas nos cálculos do dimensionamento do tubulão e bloco de coroamento.

O mapa de cargas também disponibiliza tensões relativas ao momento ( $x$  e  $y$ ). Os pilares P25 e P56 possuem um esforço de momento relevante e foram analisados. Nos demais casos, o momento foi desconsiderado.

O P56 possui excentricidade apenas em  $x$ , neste caso, apenas o  $M_y = 92,5$  kN foi utilizado. Com o pilar de 0,20 m (na direção analisada) e um bloco com base 1,25x1,25 m, a excentricidade gerada foi de 0,425 m. Desta forma, a força de compressão de 246,763 kN (carga do pilar somada ao peso do bloco), considerando o esforço do momento, passou a ser 464,41 kN. Já o P25, não possui excentricidade pois não é um pilar de divisa. Com isso, a carga atuante (compressão) permaneceu 467,70 kN.

### 3.2.2 Pilares de divisa

Além do P56, a edificação possui mais 16 pilares de canto. Em análise, os pilares que possuem maiores carregamentos são o P4 e P5 e serão devidamente analisados. Os demais pilares, por possuírem carregamentos menores, não tiveram a excentricidade considerada. Porém, como todos os blocos da edificação são ligados através de cintas, automaticamente os momentos gerados por essas excentricidades serão anulados. No caso do P56, por possuir um esforço de momento adicional, também será analisado juntamente com o P4 e P5.

Como solução para estes três casos, foram criadas vigas alavancadas com o objetivo de absorver o momento gerado. O P4 foi alavancado ao P15, a uma distância de 3,21 m. O P5 foi alavancado ao P16, também a uma distância de 3,21 m. Já o P56 foi alavancado ao P24, a uma distân-

cia de 7,86 metros. Desta forma, as cargas normais (compressão) dos pilares P4, P5 e P56 foram aumentadas e as cargas dos pilares alavancados, P15, P16 e P24 tiveram suas cargas reduzidas. Ou seja, a carga do P56 passou de 464,410 kN para 489,521 kN; a carga do P4 passou de 830,730 kN para 908,296 kN; a carga do P5 passou de 569,270 kN para 613,564 kN; a carga do P24 passou de 165,030 kN para 152,474 kN; a carga do P15 passou de 2263,300 kN para 2224,517 kN; e a carga do P16 passou de 1388,86 kN para 1366,713 kN.

### 3.2.3 Dimensionamento dos blocos de coroamento

#### 3.2.3.1 Blocos para uma estaca

Os blocos de coroamento para uma estaca foram determinados com diversas dimensões de base e altura, padronizando os blocos parecidos como o objetivo de facilitar durante a execução. Porém, em alguns blocos a largura foi adaptada de acordo a dimensão do pilar, ou seja, no mínimo a maior dimensão do pilar acrescido de 30 cm. O volume total de concreto necessário para executar os blocos de coroamento é de 17,00 m<sup>3</sup>.

A quantidade de aço necessária para executar a armadura principal dos blocos é de 57,669 Kg/235,67m para os diâmetros de 6,3 mm e 246,208 Kg/399,34m para os diâmetros de 10 mm. Para executar os estribos dos blocos é necessário 551,875 Kg ou 2255,28 m para os diâmetros de 6,3 mm.

#### 3.2.3.2 Blocos para duas estacas

Os blocos de coroamento para duas estacas foram determinados com diversas dimensões de base e altura, que tiveram que ser adaptadas



para atender a verificação da biela. Também houve a padronização das dimensões dos blocos parecidos como o objetivo de facilitar a execução.

O volume total de concreto necessário para executar os blocos de coroamento para duas estacas é de 15,85 m<sup>3</sup>.

A armadura dos blocos para duas estacas é composta pela armadura principal (As), estribos na horizontal (As'), armadura de distribuição (As'') e estribos verticais nas duas direções.

A quantidade de aço necessária para executar a armadura principal dos blocos para duas estacas é de 523,740 Kg ou 331,83 m para o diâmetro de 16 mm. Para executar os estribos horizontais dos blocos é necessário 115,930 Kg ou 473,76 m para o diâmetro de 6,3 mm.

No sentido 1, a quantidade de aço necessária para executar as armaduras de distribuição é de 93,930 Kg ou 152,35 m para o diâmetro de 10 mm. Já no sentido 2, a quantidade de aço necessária para executar as armaduras de distribuição é de 66,710 Kg ou 108,20 m para o diâmetro de 10 mm.

No sentido 1, a quantidade de aço necessária para executar os estribos verticais é de 87,210 Kg ou 356,40 m para o diâmetro de 6,3mm. Já no sentido 2, é necessário 105,830 Kg ou 432,480 m para o diâmetro de 6,3 mm.

### 3.2.4 Dimensionamento das estacas hélice contínua

As estacas hélice contínua foram dimensionadas utilizando as cargas normais somadas ao peso do bloco de coroamento (Pw). Todas as estacas foram assentadas na cota 87,58 m, para evitar recalque diferencial devido às diferentes resistências do solo (em cada camada). Desta forma, os comprimentos das estacas variaram de 9 a 12 m.

Utilizando o Método Décourt-Quaresma, encontrou-se os diâmetros e a resistência de cada estaca. Devido à grande carga de alguns

pilares, foi necessária a combinação de duas estacas em um só bloco de coroamento. Nos demais utilizou-se apenas uma estaca por bloco.

Foi considerada a armadura mínima e o comprimento de 4,00 m, exceto o P56 que foi armado até o fundo (10 m). Contudo, a quantidade de armadura adotada não foi a mínima e sim 8 barras com diâmetro 10 mm.

Sendo assim, a quantidade de aço necessária para armar as estacas hélice contínua é de 1138,868 Kg ou 1847,20 m, para os diâmetros de 10 mm.

### 3.2.5 Orçamento das estacas hélice contínua e blocos de coroamento

Os orçamentos realizados tiveram como objetivo conhecer o valor aproximado necessário para realizar as estacas hélice contínua. Contudo, foi levado em consideração apenas os valores de concreto, aço e maquinário (estaca hélice contínua). As despesas com mão de obra (pessoal) não foram levadas em conta, pois o orçamento completo não é o objetivo central do trabalho e sim para se ter uma base de tomada de decisão.

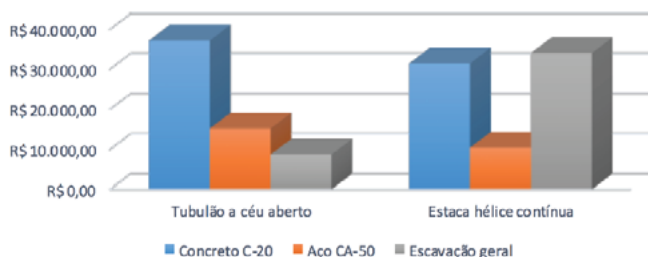
Os orçamentos foram fornecidos por empresas de Sete Lagoas/MG, com o objetivo de deixar a cotação de acordo com a realidade da cidade. Porém, para o orçamento do maquinário (estaca hélice contínua), as empresas que prestam este serviço (Belo Horizonte/MG) solicitaram os projetos da obra, que não foi autorizado. Desta forma, apenas para este caso, foi utilizado os parâmetros de preço fornecidos pela tabela SETOP (Julho/2016).

### 3.2.6 Comparativo de Custo entre as Fundações Selecionadas

No tubulão, notou-se que será necessária uma quantidade maior de concreto e aço para execução, possuindo um custo de R\$ 37.200,00 e R\$ 15.193,50, respectivamente. Porém, o valor da escavação mecânica (fuste) e manual (base) é bem mais em conta, ou seja, R\$ 8.735,00.

Já no caso das estacas hélice contínua, será necessária uma quantidade menor de concreto e aço, tendo em vista que as estacas não têm a base alargada, como nos tubulões. Além do mais, os blocos de coroamento para uma estaca também são mais enxutos. O custo é de R\$ 31.440,00 para o concreto e R\$ 10.466,50 para o aço. Porém, o gasto com o equipamento de escavação é muito elevado, devido à eficiência e agilidade do processo de exceção. O custo de mobilização/desmobilização também é alto, pois o equipamento é trazido de outra cidade. Desta forma, o equipamento apresenta um custo de R\$ 34.030,00.

**Gráfico 1** – Comparativo de custos entre tubulão a céu aberto e estaca hélice contínua



Fonte: Das autoras, 2016.

## 4 CONCLUSÃO

Dentre as fundações rasas e profundas, as fundações selecionadas foram o tubulão a céu aberto e a estaca hélice contínua. Ambas são viáveis tecnicamente para a obra do prédio comercial e atenderam aos critérios. Desta forma, as duas fundações foram dimensionadas para a edificação em análise. Os orçamentos do concreto, aço e escavação (maquinário e manual) foram fornecidos por empresas de Sete Lagoas/MG, exceto o equipamento para a estaca hélice contínua, que utilizou os parâmetros da tabela SETOP.

Pelos resultados obtidos, vimos que o tubulão a céu aberto necessita de uma maior quantidade de concreto e aço para sua execução. Porém, o custo de escavação, através do trado mecanizado e manual, é mais em conta. Desta forma, o custo para sua execução é de aproximadamente R\$ 61.128,50.

Já no caso da estaca hélice contínua, é necessária uma quantidade menor de aço e concreto para execução. Mas, em contrapartida, o custo do equipamento de escavação é elevado, devido às vantagens que apresenta. Ou seja, para o prédio comercial, a execução deste tipo de estaca possui o custo aproximado de R\$ 75.936,50.

Desta forma, pode-se afirmar que a fundação escolhida pela Construtora Novo Dia, ou seja, o tubulão a céu aberto, é a solução técnica mais viável e econômica para o prédio comercial.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, Edward; IANO, Joseph. *Fundamentos da Engenharia de Edificações: materiais e métodos*. Tradução Alexandre Ferreira da Silva Salvaterra et al. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 995p.

ALONSO, Urbano Rodriguez. *Previsão e controle das Fundações*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2011. 156p.

JOPPETER JR, Ivan. *Fundações e contenções de edifícios: qualidade total na gestão do projeto e execução*. 2. ed. São Paulo: Pini, 2013. 224p.

# APLICAÇÃO DO PROBLEMA DE FLUXO MULTIPRODUTO BINÁRIO À DETERMINAÇÃO DE ROTAS ÓTIMAS EM UMA INDÚSTRIA DE CIMENTO

Leonardo Corrêa Cardoso<sup>1</sup>

Fábio Pires Mourão<sup>2</sup>

Sérgio Ricardo de Souza<sup>3</sup>

## RESUMO

Este trabalho apresentou a aplicação do Problema de Fluxo Multiproduto Binário (PFMB) aplicado à otimização das rotas dos veículos em uma fábrica de cimento. Foi realizado um estudo de caso sobre as rotas disponíveis na fábrica, as quais foram representadas por meio de um modelo matemático de fluxo em redes, para o qual se buscou a determinação da solução ótima por meio de técnicas de otimização. Para a determinação da solução do problema, foi utilizado o software Lingo e foi encontrada a solução ótima do problema em tela.

Palavras-chave: Problemas de Fluxo Multiproduto, Grafos, Lingo, Otimização.

## 1 INTRODUÇÃO

Problemas de Fluxo Multiproduto (PFM) são identificados quando vários produtos trafegam pelos arcos de uma rede, modelada por um grafo, e competem pela capacidade destes.

O objetivo é o de determinar o fluxo dos produtos em cada arco, a um custo mínimo, de modo a atender as restrições de capacidade dos arcos e as restrições de conservação de fluxo. Os primeiros estudos sobre Problemas de Fluxo Multiproduto (PFM) datam do início da década de 60, associados aos trabalhos realizados por Ford e Fulkerson (1962) e Hu (1963).

Neste trabalho é abordada uma das variações do Problema do Fluxo Multiproduto (PMF), denominada Problema de Fluxo Multiproduto Binário (PMFB), aplicado à solução de um problema de rote-

<sup>1</sup>Leonardo Correa Cardoso é graduando do curso de Engenharia Metalúrgica no Centro Universitário de Sete Lagoas (UNIFEMM), onde realiza iniciação científica voluntária em Modelagem Matemática Computacional. E-mail: leo\_ccardoso@yahoo.com.br | <sup>2</sup>Fábio Pires Mourão é Mestre em Modelagem Matemática e Computacional pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) e professor dos cursos de Engenharia do Centro Universitário de Sete Lagoas (UNIFEMM). E-mail: fabio.mourao@unifemm.edu.br | <sup>3</sup>Sérgio Ricardo de Souza é Doutor em Engenharia Elétrica (UNICAMP, 1994) e Professor Titular no Departamento de Computação do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). E-mail: sergio@dppg.cefetmg.br.

amento de cargas em uma fábrica de cimento.

Segundo Larsson e Yuan (2004), a dificuldade prática de resolver os modelos do PFM aumenta rapidamente em relação ao tamanho do problema, especialmente no que diz respeito ao número de produtos e tratar esses casos é computacionalmente difícil.

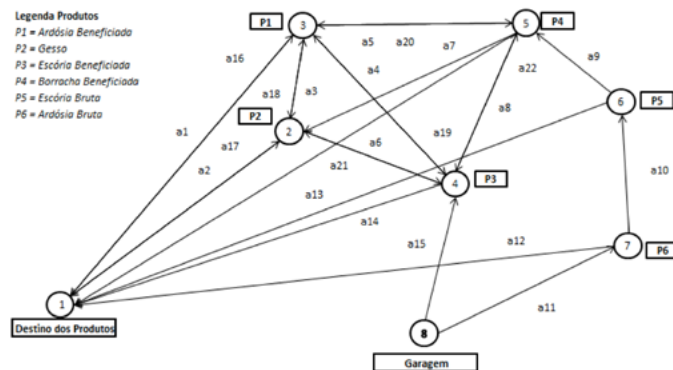
O objetivo deste trabalho é, por meio do estudo do Problema de Fluxo Multiproduto Binário (PFMB), realizar o roteamento dos veículos em uma fábrica de cimento, determinando as rotas com menor caminho para a circulação dentro da unidade.

### 3 METODOLOGIA

O modelo da rede multiproduto tratado neste trabalho é representado por meio do grafo direcionado apresentado pela Figura 1.

O objetivo é determinar o fluxo de menor distância para todos os produtos da rede, de modo que o ponto de partida dos veículos será o nó 8, onde está localizada a garagem. Cada caminhão deve, obrigatoriamente, sair do nó 8 e se dirigir ao nó de oferta para, em seguida, se deslocar até os nós de demanda dos produtos. Os caminhões não podem transportar mais de um produto ao mesmo tempo, tampouco particionar as cargas, o que caracteriza o problema binário. A Tabela 1 apresenta a denominação dos produtos, os nós de oferta e demanda.

Figura 1 – Representação da Rede Multiproduto



Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 1 –Produtos, Oferta e Demanda

Legenda	Produto	Nó de oferta	Nó de demanda
P1	Ardósia Beneficiada	3	1
P2	Gesso	2	1
P3	Escória Beneficiada	4	1
P4	Borracha Beneficiada	5	1
P5	Escória Bruta	6	4
P6	Ardósia Bruta	7	3

Fonte: Elaborada pelos autores.

No PFMB, cada arco possui um custo, o qual pode ser único para qualquer produto que trafegue por ele ou de acordo com o produto que trafegar. No modelo proposto neste trabalho, o custo representa o comprimento do arco, que será denotado como distância, a qual independe

do produto. Ainda na modelagem genérica de um PFMB, os arcos podem ser limitados e os produtos competem pela capacidade dos mesmos. Porém, para o problema de transporte apresentado, os limites dos arcos não foram considerados, pois, no caso, não existem tais restrições.

Considere uma rede direcionada representada por um grafo  $G = (N, A)$ . O grafo  $G$  é dado por um conjunto  $N$ , com  $n$  nós e um conjunto  $A$ , com  $a$  arcos direcionados. Seja, ainda, um conjunto de  $p$  produtos, denotado por  $P$ .

Associado a cada arco  $a \in A$ , existe um par de nós  $(i, j)$  e uma distância para que cada unidade de cada produto trafegue pelo referido arco.

Na formulação Nó-Arco para o Problema de Fluxo Multiproduto, o modelo matemático é representado pelas seguintes variáveis:

$x_{ij}^k$  = Variável binária que representa se cada produto  $k$  será transportado pelo arco  $(i, j)$ , sendo:

$$x_{ij}^k = \begin{cases} 1, & \text{se o arco } (i, j) \text{ pertence ao fluxo do produto } k \\ 0, & \text{se o arco } (i, j) \text{ não pertence ao fluxo do produto } k \end{cases}$$

$c_{ij}^k$  = custo para transportar uma unidade do produto  $k$  pelo arco  $(i, j)$ . Neste trabalho,  $c_{ij}^k$  representa a distância entre os nós  $i$  e  $j$ , a qual depende do produto  $k$ ;

$u_{ij}$  = capacidade do arco  $(i, j)$ . Neste trabalho, cada arco terá capacidade infinita;

$b_i^k$  = caracterização do nó (origem, demanda ou transbordo), sendo:

$$b_i^k = \begin{cases} 1, & \text{se o nó } i \text{ é oferta para o produto } k \\ -1, & \text{se o nó } i \text{ é demanda para o produto } k \\ 0, & \text{se o nó } i \text{ é um nó de transbordo para o produto } k \end{cases}$$

$d^k$  = fluxo do produto  $k$ , que deve sair do nó de origem e chegar ao nó de destino;

$g_i^k$  = caracterização do nó para as novas restrições de conservação de fluxo (garagem, oferta ou transbordo), sendo:

$$g_i^k = \begin{cases} 1, & \text{se o nó } i \text{ é a garagem} \\ -1, & \text{se for o nó de oferta para o produto } k \\ 0, & \text{se o nó } i \text{ é um nó de transbordo para o produto } k \end{cases}$$

Logo, a modelagem matemática é dada por:

$$\text{Min} \sum_{k=1}^P \sum_{(i,j) \in A} C_{ij}^k x_{ij}^k$$

Suj.a.

$$\sum_{(i,j) \in A} x_{ij}^k - \sum_{(j,i) \in A} x_{ji}^k = b_i^k, \forall i \in N, k \in P$$

$$\sum_{(i,j) \in A} x_{ij}^k - \sum_{(j,i) \in A} x_{ji}^k = g_i^k, \forall i \in N, k \in P$$

$$x_{ij}^k \in \{0,1\}$$

O modelo matemático foi implementado no software Lingo onde foi realizada a solução do problema proposto, conforme pode ser observado na figura 2.

Figura 2 – Modelo Matemático Implementado no Software Lingo

```

Title:Problema de Fluxo Multiproduto Binário;
sets:
v1/@ole('RotaFinal.xls','arc')/:arco;
v2/@ole('RotaFinal.xls','no')/:no;
v3/@ole('RotaFinal.xls','dist')/:produtor;
m1(v1,v3):x,s;
m5(v3,v1):dist;
m2(v2,v3):b,g;
m3(v2,v1):incidencia;
endsets

data:
dist,b,g,incidencia=@ole('RotaFinal.xls','distancia2','destino1','destino2','incidencia');
enddata

!Funcao objetivo:
[[f]min=@sum(v3(k):(@sum(v1(i):dist(k,i)*x(i,k)))+@sum(v3(k):(@sum(v1(i):dist(k,i)*s(i,k)))));

!Restricoes:
@for(v3(k):@for(v2(j):@sum(v1(i):incidencia(j,i)*x(i,k))=g(j,k));
@for(v3(k):@for(v2(j):@sum(v1(i):incidencia(j,i)*s(i,k))=b(j,k));
@for(m1(i,j):@bin(x(i,j)));
@for(m1(i,j):@bin(s(i,j)));

data:
@ole('RotaFinal.xls','solucao','solucao2','custo')=x,s,f;
enddata
    
```

Fonte: Elaborada pelos autores.

#### 4 RESULTADO E DISCUSSÃO

O modelo matemático implementado determinou a solução ótima para o problema estudado, esta solução é apresentada na Figura 3.

A solução obtida por meio do Software Lingo foi importada para o Excel para uma melhor visualização, gerando duas matrizes arco x produto (Tabela 2 e Tabela 3), x e s, que atendem às restrições, fazendo com que todos os produtos saiam do seu nó de oferta e cheguem ao seu nó de demanda. Estas matrizes possuem valores binários, ou seja, identificando se o produto passa ou não pelo arco. O resultado obtido pode ser melhor visualizado na Tabela 4, em que é apresentado detalhadamente os arcos que devem ser percorridos pelos veículos, bem como a distância que cada veículo irá percorrer por todo o seu trajeto.

Figura 3 – Resultado Lingo

```

Global optimal solution found.
Objective value:                9100.000
Infeasibilities:                0.000000
Total solver iterations:       21

Export Summary Report
-----
Transfer Method:                OLE BASED
Workbook:                      RotaFinal.xls
Ranges Specified:              3
    solucao
    solucao2
    custo
Ranges Found:                  3
Range Size Mismatches:         0
Values Transferred:            265
    
```

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 2 – Solução Exportada para o Excel - Matriz S

Arco	Solução 2					
	DIST P1	DIST P2	DIST P3	DIST P4	DIST P5	DIST P6
A1	0	0	0	0	0	0
A2	0	0	0	0	0	0
A3	0	0	0	0	0	0
A4	1	0	0	0	0	0
A5	0	0	0	0	0	0
A6	0	1	0	0	0	0
A7	0	0	0	0	0	0
A8	0	0	0	0	0	0
A9	0	0	0	0	0	0
A10	0	0	0	0	1	0
A11	0	0	0	0	1	1
A12	0	0	0	0	0	0
A13	0	0	0	0	0	0
A14	0	0	0	0	0	0
A15	1	1	1	1	0	0
A16	0	0	0	0	0	0
A17	0	0	0	0	0	0
A18	0	0	0	0	0	0
A19	0	0	0	0	0	0
A20	0	0	0	0	0	0
A21	0	0	0	0	0	0
A22	0	0	0	1	0	0

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 3 – Solução Exportada para o Excel - Matriz X

Solução 1						
Arco	DIST P1	DIST P2	DIST P3	DIST P4	DIST P5	DIST P6
A1	0	0	0	0	0	0
A2	0	1	0	0	0	0
A3	0	0	0	0	0	0
A4	0	0	0	0	0	0
A5	0	0	0	0	1	1
A6	0	0	0	0	0	0
A7	0	0	0	0	0	0
A8	0	0	0	1	0	0
A9	0	0	0	0	1	1
A10	0	0	0	0	0	1
A11	0	0	0	0	0	0
A12	0	0	0	0	0	0
A13	0	0	0	0	0	0
A14	1	0	1	1	0	0
A15	0	0	0	0	0	0
A16	0	0	0	0	0	0
A17	0	0	0	0	0	0
A18	0	0	0	0	0	0
A19	1	0	0	0	0	0
A20	0	0	0	0	0	0
A21	0	0	0	0	0	0
A22	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 4 – Resultados Computacionais

Legenda	Produto	Arcos percorridos	Distância percorrida
P1	<i>Ardósia Beneficiada</i>	4,14,15 e 19	1200
P2	<i>Gesso</i>	2,6, e 15	1100
P3	<i>Escória Beneficiada</i>	14 e 15	600
P4	<i>Borracha Beneficiada</i>	8,14,15, e 22	2200
P5	<i>Escória Bruta</i>	5,9,10 e 11	2000
P6	<i>Ardósia Bruta</i>	5,9,10 e 11	2000
Distância total percorrida (metros)			9100

Fonte: Elaborada pelos autores.

## 4 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo utilizar a aplicação do Problema de Fluxo Multiproduto Binário à solução do problema de roteamento de veículos em uma fábrica de cimento.

Por meio dos dados reais coletados na própria indústria foi proposto um modelo de otimização para o PFMB, o qual foi implementado por meio do Software Lingo, e a metodologia proposto atingiu a solução ótima do problema proposto.

## REFERÊNCIAS

FORD, L.R. E FULKERSON, D.R. Flows in Network, Princeton University Press, Princeton, 1962.

HU, T. C. Integer Programming and Network Flows. Addison-Wesley, 1969.

LARSSON, T. E YUAN, D. An augmented lagrangian algorithm for large scale multicommodity routing. Computational Optimization and Applications, 2004. v. 27, p. 187–215.



# CONSTRUÇÃO ENXUTA: APLICAÇÃO DO SISTEMA *LEAN CONSTRUCTION* E *LIGHT STEEL FRAME*

Laís Cristine Santos Barbosa<sup>1</sup>

Eduardo Otávio Teixeira da Fonseca<sup>2</sup>

## RESUMO

Em meio ao mercado imobiliário concorrido e com alta oferta de produtos com características bem similares, a construtora GranCorp Empreendimentos e Participações Ltda. resolveu apostar em uma metodologia diferente para executar as suas obras residenciais. O trabalho desenvolvido teve como objetivo apresentar a aplicação de algumas técnicas do sistema *lean construction*, método adaptado para a construção civil com base no lean da montadora *Toyota*, elaborado para a produção de veículos. A construtora incorporou a construção enxuta as suas obras a fim de otimizar a produção, reduzir desperdícios e melhorar a qualidade dos seus imóveis residenciais.

Os dados foram colhidos a partir de visitas a obra e conversas informais com os gestores do projeto, quando foi possível elaborar uma tabela comparativa quanto ao investimento necessário para a construção de uma obra utilizando a alvenaria estrutural, método usual da empresa, e o LSF. Além de apresentar vantagens e desvantagens quanto a implantação de uma obra com características diferentes das utilizadas na cidade de Sete Lagoas/MG.

Palavras-chave: Sistema *Toyota*. Construção Civil. Alvenaria Estrutural. LSF.

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Civil pelo Centro Universitário de Sete Lagoas. E-mail: lalazinha1406@hotmail.com

<sup>2</sup> Mestre e Doutorando em Engenharia das Estruturas pela UFMG. E-mail: eduardo.fonseca@unifemm.edu.br

## 1 INTRODUÇÃO

Tendo em vista os altos investimentos feitos pelo governo federal do Brasil em programas habitacionais, o ramo imobiliário se tornou um mercado competitivo, principalmente em se tratando do programa MCMV – Minha Casa Minha Vida.

A empresa utilizada como objeto de estudo foi a construtora e incorporadora GranCorp Empreendimentos e Participações Ltda., atuante no mercado de Sete Lagoas/MG desde 2012, com obras multi familiares, construídas em alvenaria estrutural. A direção da empresa é composta por dois jovens sócios, com visão inovadora e que buscam a excelência a partir da melhoria contínua de seus processos.

Para norrear o ramo de atuação, os gestores utilizaram a técnica de *benchmarking*, a partir da qual realizaram pesquisas na região de Belo Horizonte/MG, no estado do Paraná e no Vale do Silício, no estado da Califórnia, nos Estados Unidos. Com isso, conheceram a construção de imóveis com o uso dos perfis de aço leve, denominada Light Steel Frame (LSF).

Rodrigues (2006, p. 10) explica que, “*frame*” é o esqueleto estrutural e o processo que une os perfis estruturais é denominado “*framing*”. Processo esse que vem sendo utilizado em muitos países como Austrália, Japão e Estados Unidos.

A utilização do LSF permitiu reduzir a quantidade de etapas da construção, e ainda contribuiu para a redução de resíduos, uma vez que a obra demanda montagem, como em uma fábrica de automóveis. Porém, uma fábrica com padrões de melhoria contínua desde a sua concepção, como a da montadora *Toyota*, que deu origem ao *lean*.

De acordo com Castro (2014, s.p.), com a implantação do *Lean*, é possível diminuir o tempo total de atendimento, reduzir os índices de

falhas, aumentar a rotatividade de estoques e baixar os custos de produção, dentre outros indicadores de produtividade e qualidade.

O estudo foi realizado a partir do acompanhamento das atividades da empresa e da obra, a fim de conhecer e analisar sobre o sistema *lean* e a construção utilizando o LSF, para determinar se as mudanças surtiram efeitos positivos para a instituição dentro do mercado o qual está inserida.

## 2 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada a partir da análise da aplicação do novo processo construtivo (LSF) aliado às novas ferramentas gerenciais (*lean construction*), sendo possível determinar se foi superior ou mais vantajoso que o método convencional (alvenaria estrutural) utilizado na empresa GranCorp Empreendimentos e Participações LTDA, a partir da coleta dos resultados fornecidos pela direção.

Os passos da execução do sistema construtivo foram descritos com base em pesquisas sobre o tema, uma vez que, o mesmo era pouco conhecido pela empresa e pela pesquisadora.

Sobre a abordagem do problema, foram utilizadas pesquisas qualitativas e quantitativas, com abrangência interpretativa e numérica.

Os dados foram coletados de junho a novembro de 2016 na construtora GranCorp Empreendimentos e Participações LTDA, com a ajuda do diretor e encarregado de obras a partir de esclarecimentos em entrevistas não estruturadas.

Os resultados obtidos foram organizados em uma tabela, analisados, interpretados e serão apresentados a partir da seção três.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A GranCorp iniciou as atividades no ramo imobiliário com base na construção em alvenaria estrutural com blocos de concreto, obras pequenas com pouco ou quase nenhum controle de qualidade. Um processo mais moderno, se comparado a tradicional alvenaria de tijolos cerâmicos, pilares e vigas de concreto armado, mas que exige mais cuidado na execução das atividades, pois o processo não pode sofrer modificações após a estrutura pronta, a fim de não causar danos à estabilidade do prédio.

A alvenaria estrutural no Brasil passou a se desenvolver nos anos 80, porém é encarada como um processo construtivo voltado para a obtenção de edifícios mais econômicos e racionais. A sua aplicação é crescente nos empreendimentos habitacionais de baixa renda, a fim de se alcançar uma redução dos custos dos empreendimentos sem perder em qualidade (RAMALHO e CORRÊA, 2003).

A visão da empresa era a de construção sem atenção aos detalhes, passando despercebidos alguns itens importantes como acabamento de rejunte, defeitos elétricos e hidráulicos, pintura mal feita, assentamento de esquadrias e nível de cerâmicas sem zelo. Esses erros deram origem a inúmeras manutenções e a um alto custo financeiro posterior ao término das primeiras obras. A variabilidade de defeitos era consideravelmente alta, o que foi prejudicial à empresa. Não havia uma logística bem definida na obra, devido à falsa ideia de que produzir é mais importante que a organização e planejamento.

Os gestores pensaram em como poderiam melhorar o sistema produtivo da empresa, e passaram a pesquisar e buscar referências sobre obras e empresas que haviam aplicado ferramentas de gestão a fim de obter melhores resultados.

Um ponto importante nessa busca por melhores padrões de qualidade foi a visita a uma das unidades da VALE, no nordeste brasileiro. Ao retornar da visita à fábrica, os gestores começaram a elaborar um sistema de gestão, aplicável às obras da construtora, a partir do modelo visto.

Tendo em vista a dificuldade de fiscalizar os serviços da obra, e conseqüentemente, realizar a correção de defeitos antes do término das atividades, foram elaborados procedimentos e foi criado o modelo GranCorp de gerenciamento, denominado GPS – *GranCorp Production System*, traduzindo, Sistema de Produção da GranCorp. O GPS foi elaborado com base no modelo da Vale, o VPS – *Vale Production System*, que por sua vez, foi embasado no TPS – *Toyota Production System*, cada qual desenvolvido com base em sua linha de produção. Esse sistema é composto por quadros de gestão à vista e procedimentos de execução/verificação dos serviços.

A GranCorp acredita na visão de crescimento com a aplicação do pensamento enxuto, uma vez que o ramo da construção civil impacta de forma considerável na exploração ao meio ambiente, sendo importante modernizar o processo de edificar com técnicas menos impactantes e mais eficientes.

Seguindo o modelo proposto por Koskela (1992), baseado nos princípios de redução na variabilidade e atividades sem valor agregado, as obras executadas pela empresa passaram a ter três tipologias, denominadas GranCittá, GranVille e GranSpazio.

Os objetivos de haver somente três variações na arquitetura dos prédios da construtora são: reduzir a variabilidade do processo, o tempo de ciclo, melhoria contínua, equilíbrio e simplificação. Sendo assim, é possível aprimorar a cada obra nova, evitar defeitos, controlar cronogramas e aumentar a qualidade final dos produtos.

Além das aplicações de construção enxuta aos tipos de obra executados, os gestores da empresa não cessam a busca de novas referências construtivas. Sempre que possível, visitam construtoras e empresas de

construção que apresentam diferenciais e inovações que incentivem o mercado e melhorem os processos. Uma das últimas visitas com finalidade de *benchmarking* foi ao Vale do Silício, no estado da Califórnia – Estados Unidos, berço do desenvolvimento tecnológico mundial, onde foi possível conhecer um pouco sobre a indústria da construção e as tecnologias utilizadas na região.

Baseado nessa visita, eles foram impulsionados a desenvolver um projeto com estrutura de perfis de aço leve, fechamentos em chapas de material tratado e resistente às intempéries, o *light steel framing*. A parceria com uma empresa do ramo, atuante na região metropolitana de Belo Horizonte – MG, proporcionou a primeira obra em Sete Lagoas de caráter residencial. A aplicação do sistema LSF tem a finalidade de modificar a forma com a qual a GranCorp vem elaborando suas obras, com o intuito de aprender e avaliar sobre o método dentro da construção civil destinada aos imóveis do padrão Minha Casa Minha Vida.

Todas as limitações foram avaliadas pela GranCorp, desde a viabilidade do projeto, levando em consideração a demanda de mercado e os anseios dos clientes, mas não houve nenhum fator que influenciou de maneira negativa na implantação.

Em Sete Lagoas – MG, as construtoras ainda optam pela tradicional alvenaria ou alvenaria estrutural. Há uma em particular, que utiliza painéis pré-fabricados para execução de suas obras. Acreditando em um retorno satisfatório, a empresa quis desenvolver um projeto em LSF na cidade. Uma obra pequena, terreno de 360 m<sup>2</sup>, em uma das áreas mais valorizadas da cidade, composta por dois pavimentos e seis apartamentos, distribuídos em três apartamentos no térreo e três no segundo pavimento, denominada GranCittá Veneza.

O objetivo do desenvolvimento desse projeto pela GranCorp foi avaliar o processo construtivo, em termos de orçamento, execução, cro-

nogramas, materiais, avanços físicos, custo financeiro e aceitação dos clientes no mercado da região.

As etapas de execução da obra são enxutas e rápidas. Porém foram as mesmas de uma obra convencional, como: fundação, montagem da estrutura, revestimento externo e interno, laje, cobertura, instalações elétrica e hidráulicas, acabamento cerâmico, esquadrias e pintura. A maior diferença foi na montagem da estrutura, por ser composta em forma de painéis de aço, montados conforme projeto arquitetônico e revestidos posteriormente com placas de OSB (Oriented Strand Board), painel de tiras de madeira orientadas, e placas cimentícias.

Foto 1 – Estrutura e revestimento externo.



Fonte: Dos autores.

O aspecto da edificação após revestimento é bem semelhante a uma obra construída em alvenaria, pois o aço não fica aparente. O que não transparece o método executivo.

Foto 2 – Estrutura revestida com OSB e placa cimentícia.



Fonte: Dos autores.

É dispensado somente o uso de argamassa de cimento para revestimento externo e interno, as demais etapas como revestimento cerâmico e pintura são executadas conforme as obras de alvenaria.

Além da diferença quanto a estrutura, o custo de execução apresenta valor considerável, conforme tabela comparativa entre obra em

alvenaria estrutural e a obra em LSF desenvolvida com as mesmas características: seis apartamentos dispostos em dois pavimentos com área construída de 318 metros quadrados.

Tabela 1 – Comparativo Custos Alvenaria x LSF

Serviços	Alvenaria		Light Steel Frame	
	Custo Total	Custo / m2	Custo Total	Custo / m2
Despesas Iniciais	R\$ 8.000,00	R\$ 25,16	R\$ 8.000,00	R\$ 25,16
Despesas Indiretas	R\$ 30.000,00	R\$ 94,34	R\$ 12.000,00	R\$ 37,74
Máquinas e Equipamentos	R\$ 8.000,00	R\$ 25,16	R\$ 3.920,00	R\$ 12,33
Preparo e Fechamento do terreno	R\$ 10.000,00	R\$ 31,45	R\$ 10.000,00	R\$ 31,45
Fundação	R\$ 15.000,00	R\$ 47,17	R\$ 12.000,00	R\$ 37,74
Contenção e Terraplanagem	R\$ 20.000,00	R\$ 62,89	R\$ 20.000,00	R\$ 62,89
Estrutura	R\$ 17.000,00	R\$ 53,46	R\$ 230.000,00	R\$ 723,27
Alvenaria	R\$ 41.000,00	R\$ 128,93		
Instalações	R\$ 40.000,00	R\$ 125,79	R\$ 30.000,00	R\$ 94,34
Cobertura + Entrelaje	R\$ 15.000,00	R\$ 47,17	R\$ 15.000,00	R\$ 47,17
Impermeabilização	R\$ 1.200,00	R\$ 3,77	R\$ 1.200,00	R\$ 3,77
Revestimento	R\$ 30.000,00	R\$ 94,34	R\$ 20.000,00	R\$ 62,89
Esquadrias	R\$ 20.000,00	R\$ 62,89	R\$ 23.000,00	R\$ 72,33
Piso e Pavimentação	R\$ 22.000,00	R\$ 69,18	R\$ 22.000,00	R\$ 69,18
Pintura	R\$ 10.000,00	R\$ 31,45	R\$ 10.000,00	R\$ 31,45
Forro	R\$ 1.050,00	R\$ 3,30	R\$ -	R\$ -
Escadas	R\$ 500,00	R\$ 1,57	R\$ -	R\$ -
Equipe Fixa	R\$ 65.000,00	R\$ 204,40	R\$ 35.000,00	R\$ 110,06
<b>Total (com infra)</b>	<b>R\$ 353.750,00</b>	<b>R\$ 1.112,42</b>	<b>R\$ 452.120,00</b>	<b>R\$ 1.421,76</b>

Fonte: Elaborada pelos autores, com base nos dados fornecidos pela GranCorp.

Em termos de orçamento dos serviços a serem executados em ambas as obras, o Light Steel Framing apresentou como pontos positivos o gasto reduzido com despesas indiretas, pequena quantidade de máquinas e equipamentos locados ou comprados, fundação mais simples, redução de resíduos e demandou pouca mão de obra. Já os pontos negativos foram referentes ao valor da estrutura e esquadrias.

Quanto ao cronograma da obra, segundo relatos feitos pelo supervisor da engenharia da empresa, infelizmente a obra atrasou. Esse atraso é relativo ao tempo de montagem da estrutura e revestimento, serviços terceirizados, uma vez que os profissionais contratados vieram de outra cidade e não produziam as oito horas disponibilizadas para execução dos serviços.

#### 4 CONCLUSÃO

A introdução das metodologias aplicadas pelo *lean construction* permitiram o pensamento dinâmico sobre o planejamento e execução das atividades cotidianas da obra. O conceito de gerenciamento enxuto, necessita de pleno conhecimento sobre os projetos a serem executados bem como, a capacidade da equipe disponível para desenvolvê-los. Foge ao tradicional modelo de trabalho em obra, com desperdícios de material, mão de obra ociosa, falta de controle e gerenciamento engessado.

A aposta da GranCorp em implantar um novo projeto, com base nos conhecimentos *lean*, foi uma aposta audaciosa. Pois, a empresa não tinha domínio sobre o sistema construtivo, *Light Steel Framing*, e antes mesmo da execução, os custos previstos eram mais altos que os custos do mesmo projeto em alvenaria estrutural. Além de ter sido a primeira obra de caráter residencial multi familiar, padrão Minha Casa Minha Vida, em Sete Lagoas.

A obra analisada demonstrou apresentar dificuldades quanto a sua execução, no quesito mão de obra, infelizmente a equipe da construtora desconhece o processo de execução, no que se trata da prática. Sendo necessário a terceirização da montagem de toda a estrutura. Devido a isso, houve atraso no cronograma físico dos serviços a serem executados, bem como a liberação do Habite-se será adiada em mais de um mês.

Outro ponto importante, foi o mercado quanto a demanda e aceitação pelo produto desenvolvido. Infelizmente, o contexto ao qual o GranCittá Veneza foi inserido, apresenta preconceito quanto ao LSF. Muito se deve a cultura local, e a ideia de estabilidade e durabilidade da edificação. Ainda existe o medo pelo que não é conhecido, uma realidade para uma cidade conhecida tradicionalmente por executar obras em alvenaria e concreto armado, como em Sete Lagoas.

Por causa dos imprevistos, o lançamento do empreendimento foi feito, mas ainda não está sendo comercializado, uma vez que, por haver atrasos, não há possibilidade de quantificar com excelência os gastos e analisar o custo final de venda.

Para a obtenção de melhores resultados, a empresa deveria ter investido em treinamento para a mão de obra, a fim de reduzir os gastos com equipe terceirizada para montagem da estrutura. E ter aprimorado os conhecimentos da equipe, visando promover uma mudança cultural das ideias. Além de investimento em um *workshop* com profissionais do setor da construção na cidade, como arquitetos, designers, engenheiros e corretores de imóveis, objetivando apresentar o produto, esclarecer dúvidas sobre a funcionalidade e aplicação do sistema. Com isso, a probabilidade de apoio e divulgação das obras tende a ser maior, bem como, facilitaria na comercialização dos imóveis.

## REFERÊNCIAS

CASTRO, Robson. *O Pensamento Enxuto e os cinco princípios*, março 2014. Engenharia de Produção, Lean Manufacturing (Produção Enxuta). Disponível em: <<https://sapientes.wordpress.com/2014/03/06/o-pensamento-enxuto-e-os-cinco-principios/#more-706>>. Acesso em: 17 abr. 2016.

KOSKELA, Lauri. *Application of the New Production Philosophy to Construction*, publicado pelo CIFE – *Center for Integrated Facility Engineering*. Universidade de Stanford, set.1992. Tradução via Google Tradutor.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. *Projetos de edifícios de alvenaria estrutural*. São Paulo, Pini. 2003.174p.

RODRIGUES, F. C. *Steel Framing: Engenharia*. (Manual de Construção em Aço). Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. 127p.

# DESCARGAS ATMOSFÉRICAS E CURVA PADRONIZADA PARA ENSAIOS DOS DISPOSITIVOS E EQUIPAMENTOS DO POSTO DE TRANSFORMAÇÃO DO UNIVERCEMIG

Jean Carlos Reis Carvalho<sup>1</sup>

William Alves de Souza<sup>2</sup>

## RESUMO

O trabalho foi elaborado com a finalidade de fazer um estudo científico da curva padronizada 1,2/50 $\mu$ s, apontando suas principais características de representatividade das correntes de descargas negativas única e subsequentes, assim como identificar as suas limitações. Para alcançar os resultados de tais objetivos propostos, o estudo partiu de uma análise do posto de transformação 34,5/13,8kV da Univercemig e dos principais casos de surtos atmosféricos que tendem a incidir de forma direta. Foi feito um levantamento de dados em referências bibliográficas existentes e que apontam para o assunto desta pesquisa, com ênfase para as informações obtidas no banco de dados da torre instrumentada do Morro do Cachimbo e o perfil da curva impulsiva

conforme a norma técnica NBR 6936. Adquirida as informações necessárias, aquelas principais foram planilhadas no software Excel e posteriormente usadas no software ATPDraw, o qual foi utilizado para simulações e plotagem da onda de corrente impulsiva de descargas negativas única e subsequentes no circuito de modelagem do posto de transformação. A partir das análises dos resultados obtidos, foi possível fazer um estudo comparativo com os perfis reais e levantar conclusões fundamentadas e concisas.

**Palavras-chave:** Descarga Negativa. Amplitude. Tempo de Frente. Tempo de Cauda.

<sup>1</sup> Graduado em Engenharia Elétrica pelo Centro Universitário de Sete Lagoas. E-mail: jean\_crc18@hotmail.com | <sup>2</sup> Mestre em Sistema Elétrico de Potência – Influência da Aplicação de Materiais Poliméricos no SEP pela Universidade Federal de Minas Gerais. E-mail: wasouza44@gmail.com



## 1 INTRODUÇÃO

As descargas atmosféricas são fenômenos naturais que fazem parte da história dos seres humanos e seu meio ambiente. Atualmente, constituem um tema importante e de grande interesse para todos os setores da economia, que dependem do fornecimento contínuo de energia elétrica com padrões de qualidade e confiabilidade favoráveis e satisfatórios.

Segundo Visacro Filho (2005, p.18), esse fenômeno “se expressa através do fluxo de uma corrente impulsiva de alta intensidade e curta duração, cujo percurso de alguns quilômetros parte da nuvem e, em alguns casos, atinge a superfície da Terra”. O percurso do canal ionizado criado pela corrente pode acontecer entre nuvem e solo, internamente à nuvem, entre nuvens ou entre nuvem e estratosfera (VISACRO FILHO, 2005, p.19).

O processo de formação de uma descarga atmosférica parte do fenômeno físico de indução, o qual as cargas elétricas da nuvem de tempestade induzem cargas de sinais contrários no solo, estabelecendo um campo elétrico intenso e que consequentemente gera valores elevadíssimos de diferença de potencial. As disrupções elétricas do ar começam a ocorrer a partir do momento em que o meio se torna ionizado, formando um canal de plasma onde cargas negativas da base da nuvem migram e originam uma coluna condutora carregada negativamente. Esta última, pode ser expelida da nuvem e evoluir por passos ramificados em direção ao solo, discute Silveira (2001, p.6).

Existem dois tipos de descargas atmosféricas: as positivas e as negativas. Neste trabalho foram estudadas somente as negativas de primeira ocorrência ou única, e as negativas subsequentes, pois ambas ocorrem com maiores frequências na natureza, principalmente a última citada, cerca de 80% dos casos. Isso é justificado pela razão de os elétrons presentes na base da nuvem já encontrarem o canal ionizado

após a primeira corrente de retorno, o que facilita o recarregamento de cargas negativas e consequentemente a formação de uma descarga negativa subsequente, com tempo de frente e amplitude inferiores a primeira ocorrência. Esse processo pode ser repetido sucessivamente (VISACRO FILHO, 2005, p.44).

O posto de transformação da Univercemig 34,5/13,8kV possui um Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) que necessita passar por melhorias de desempenho, a fim de reduzir a taxa de desligamentos oriundos das sobretensões associadas às correntes de descarga. O projeto teve início com a aquisição de dados dessas correntes transitórias e suas principais características. Posteriormente, foram estudadas suas formas de obtenção em ensaios de coordenação de isolamento e os métodos de simulação.

Conti (2006, p. 7) justifica que o conhecimento dos parâmetros característicos de uma curva de corrente impulsiva juntamente com as análises que podem ser obtidas de seu estudo contribuem para o aprimoramento de modelos computacionais existentes, além de fornecer indicativos para uma melhor interpretação física dos processos envolvidos por esse fenômeno.

Mundialmente, a curva impulsiva  $1,2/50\mu\text{s}$  é uma das mais utilizadas em laboratórios para verificação do estresse e suportabilidade dos enrolamentos das máquinas decorrente do efeito Joule gerado por uma corrente de descarga. De acordo com Faria *et al.* (2015, p.2), “para a realização dos ensaios dielétricos que tem como objetivo avaliar os equipamentos mediante sobretensões atmosféricas, utiliza-se a forma impulsiva padrão, que possui  $1,2\mu\text{s}$  de tempo de frente (tf) e  $50\mu\text{s}$  de tempo de cauda (tc)”.

A onda normalizada é obtida através de um circuito elétrico com cargas resistivas e capacitivas, onde são superpostas as curvas exponenciais de descarga de dois capacitores. Os tempos de frente ( $T_f$ ) e

de cauda ( $T_2$ ) são controlados pelos resistores de amortecimento e de descarga, respectivamente. (BRAZ, 2011, p. 66). No instante inicial de energização do circuito, ambas as ondas exponenciais possuem a mesma amplitude, porém com sinais contrários, resultando um valor nulo para soma. Enquanto a onda positiva se atenua lentamente no tempo, a onda negativa se anula, o que gera uma resultante de aspecto impulsivo (VISACRO FILHO, 2005, p. 78).

A curva dupla exponencial é modelada pela função  $f(t) = A \cdot (e^{-\alpha t} - e^{-\beta t})$  (1), onde “A” é a amplitude do sinal; “t” é o tempo; “ $\alpha$ ” e “ $\beta$ ” são coeficientes do expoente para as funções exponenciais decrescente positiva e crescente negativa, respectivamente. São esses parâmetros que foram utilizados no software ATPDraw para a entrada de dados da fonte dupla exponencial, levando-se em consideração que os valores determinados para “ $\beta$ ” são relativamente maiores que aqueles estabelecidos para “ $\alpha$ ”, portanto a razão (“X”) deste por aquele é aproximadamente 0 (MARROQUES, 2015, p. 3).

Plotada as curvas, o trabalho voltou-se para um estudo comparativo do perfil real de descarga medido no Morro do Cachimbo (MC) em Belo Horizonte com aqueles que são utilizados em laboratórios. A especificação da coordenação do isolamento do transformador deve ser projetada de tal forma que o equipamento tenha capacidade de suportar o regime transitório sem perder suas características funcionais de operação, ou seja, mantendo a confiabilidade de uso do mesmo. Portanto, é vista a importância da representatividade dessas correntes em aproximação adequada dos parâmetros reais medidos em torres instrumentadas.

## 2 METODOLOGIA

As simulações desta pesquisa científica tiveram como dados principais os parâmetros de medição coletados na torre instrumentada do MC, especificamente aqueles referentes a mediana 50%, ou seja, de ocorrência central. Eles foram escolhidos justamente por representarem características de surtos mais comuns existentes em Minas Gerais e região. Consequentemente, representaram melhor os perfis de curva de corrente impulsiva que tendem a incidir diretamente o posto de transformação da Univercemig em Sete Lagoas. A TAB. 01 demonstra esses dados obtidos para descarga negativa única ou primeira e descarga negativa subsequente.

Tabela 1 – Parâmetros de descarga nuvem-solo medidos no MC

Parâmetros	Descarga Negativa Única ou Primeira	Descarga Negativa Subsequente
Valor de pico: Ip (kA)	45	16
Carga: Q ( C )	5,2	0,99
Tempo de frente: Tf (T10/T30)( $\mu$ s)	7 / 4,8	0,88 / 0,67
Tempo de meia onda: Tm ( $\mu$ s)	53,5	16,4
Derivada Máxima: Smax (kA/ $\mu$ s)	19,4	30
Energia por Unidade de resistência: Wpz ( $10^4 \cdot A^2 \cdot s$ )	10,7	0,63

Fonte: Adaptada de VISACRO FILHO, 2005, p.95.

Em uma análise geral, pode ser verificado que o valor do primeiro pico ou amplitude da descarga negativa única ou primeira é relativamente superior àquele medido para as descargas negativas subsequentes. Consequentemente, a carga transferida e a energia por unidade de resistência também são maiores.

Os parâmetros  $T_{10}$  e  $T_{30}$  são intervalos de tempo os quais a corrente atinge 90% do valor do primeiro pico a partir de 10% e 30% de seu crescimento no tempo de frente, respectivamente.  $T_m$ , também chamado de  $T_{50}$ , é o tempo de cauda ou intervalo de tempo que a corrente atinge 50% de seu valor de pico na descida da onda. (CONTI, 2006, p. 9). Ambos os dados são inferiores para as descargas negativas subsequentes em relação a descarga negativa única ou primeira, porém a derivada máxima assume um valor superior em função disso, pois no tempo de crescimento da onda impulsiva subsequente, a corrente cresce muito rápido, tendendo ao infinito.

Utilizando os dados da TAB. 01 foi possível calcular as incógnitas da função dupla exponencial, conforme as equações:

$$\beta = \frac{\ln(X)}{(X-1) \cdot t_{frente}} \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{\ln(0,5)}{t_{frente} - t_{cauda}} \quad (3)$$

$$A = \frac{I_p}{e^{-\alpha \cdot t_{frente}} - e^{-\beta \cdot t_{frente}}} \cong \frac{I_p}{e^{-\alpha \cdot t_{frente}}} \quad (4)$$

Segundo Marroques (2015, p. 3), o parâmetro “X” deve assumir tal valor que a amplitude “A” adquira uma boa aproximação levando em consideração apenas a parcela que possui o expoente “ $-\alpha \cdot t$ ”. A partir de um processo iterativo, esse valor desejado foi alcançado com um dado valor de erro, porém este foi minimizado ao máximo para evitar posteriores análises errôneas das plotagens.

A TAB. 02 demonstra os resultados obtidos das expressões citadas anteriormente para a descarga negativa única ou primeira e para as descargas negativas subsequentes.

Tabela 2 – Dados para plotagem da curva dupla exponencial no ATPDraw

Tipo de descarga	X	$\beta$	$\alpha$	Amplitude ( $\alpha$ e $\beta$ )	Amplitude aproximada ( $\alpha$ )
Curva 1,2/50 $\mu$ s (MC - lnu)	0,0001	7.676.051,25	14.203,84	45,78	45,77
Primeira Descarga Negativa MC (T10)	0,0001	1.315.894,50	14.906,39	49,95	49,95
Primeira Descarga Negativa MC (T30)	0,0001	1.919.012,81	14.233,00	48,19	48,18
Curva 1,2/50 $\mu$ s (MC - lns)	0,0001	7.676.051,25	14.203,84	16,28	16,28
Descarga Negativa Subsequente MC (T10)	0,0001	10.467.342,61	44.661,55	16,64	16,64
Descarga Negativa Subsequente MC (T30)	0,0001	13.748.151,49	44.065,30	16,48	16,48

Fonte: Elaborada pelos autores.

Existe uma relação inversa de “ $\beta$ ” com o tempo de frente de cada um dos perfis de onda, ou seja, quanto menor este último, maiores os resultados do coeficiente exponencial.

O posto de transformação estava modelado no software ATP-Draw como um circuito elétrico composto basicamente por alimentadores, linha de transmissão de 34,5kV com 30km de extensão, banco de transformadores monofásicos 1,67MVA ligados em  $\Delta$ -Y aterrado, linha de distribuição de 13,8kV com 18km de extensão, carga com fechamento Y e resistências de aterramento.

A verificação dos parâmetros de descargas reais com a curva dupla exponencial consistiu na adaptação do circuito com a inserção em paralelo de

três fontes impulsivas de corrente na fase A do sistema, especificamente na entrada de alimentação do transformador ao lado de alta tensão (AT). Essa escolha foi adotada como referência para todas as simulações porque além de representar uma situação crítica de ocorrência da incidência direta de uma descarga negativa única e subsequente, é um local estratégico do projeto onde se tem as características mais próximas de amplitude de medições reais por se desprezar a divisão da corrente na incidência da descarga.

Cada uma das fontes representou os perfis de descarga sob análise comparativa e que foram tratados posteriormente.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

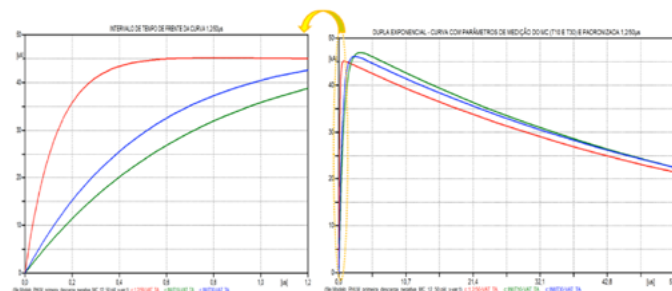
#### 3.1 Simulações e Comparação dos Parâmetros da Primeira ou Única Descarga Negativa

Como pode ser visto na FIG. 1, em um mesmo plano gráfico foram simuladas as três correntes impulsivas a partir da inserção dos dados da TAB.02 em cada uma das fontes dupla exponenciais. A onda padronizada 1,2/50 $\mu$ s está representada de vermelho e as ondas com os parâmetros da mediana 50% medidas no MC, T10 e T30, estão indicadas de verde e azul, respectivamente.

A partir dos gráficos plotados e dos dados obtidos dos mesmos e dispostos na TAB. 03, foi possível verificar que em nenhum dos casos a amplitude da corrente aconteceu no tempo de frente estabelecido. O valor de pico mediano (45kA) aconteceu em dois instantes distintos, um antes do valor máximo alcançado e outro depois. Durante a elevação da corrente, a derivada assume um valor maior para onda normalizada, pois além de atingir o pico primeiramente também cresce

exponencialmente muito mais rápida que as demais, como pode ser verificado na imagem ampliada com intervalo de tempo de 1,2 $\mu$ s.

Figura 1 – Curvas dupla exponenciais da corrente de descarga negativa primeira ou única



Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 3 – Dados das curvas plotadas e percentagem de representação

Tipo de descarga	Dados da corrente plotada					Exponenciais de $-a.t$ e $-\beta.t$				
	Amplitude (kA)	Tempo de frente (s)	50% do valor de pico (kA)	Tempo da cauda (s)	Tempo instantâneo que 1/2 mediano do MC é atingido (s)	Tempo instantâneo que 1/2 mediano do MC é atingido (s)	$e^{-a.t}$	$e^{-\beta.t}$	$e^{-a.t} - e^{-\beta.t}$	$\frac{1}{e^{-a.t} - e^{-\beta.t}}$
Curva 1,2/50 $\mu$ s (MC - Ins)	45,165	8,20E-07	22,59	4,97E-05	6,3E-07 e 1,2E-6	5,00E-05	0,983	9,99E-05	0,983	1,017
Primeira Descarga Negativa MC (T10)	46,91	3,46E-06	23,46	5,07E-05	2,04E-06 e 7,09E-6	5,35E-05	0,901	9,99E-05	0,901	1,110
Primeira Descarga Negativa MC (T30)	46,11	2,58E-06	23,06	5,18E-05	1,79E-06 e 4,89E-6	5,35E-05	0,934	9,99E-05	0,934	1,071

Fonte: Elaborada pelos autores.

Nos instantes iniciais, as ondas geradas pelas fontes dupla exponenciais não contemplaram a concavidade existente nos perfis de correntes de

descargas atmosféricas reais. Isso pode justificar a sobrecorrente, além daquela esperada para o valor de pico, pois no início do tempo de frente a derivada cresce muito rápido sem o atraso proporcionado pela concavidade.

Visacro Filho (2005, p.82) comenta que as ondas impulsivas de descargas usualmente apresentam dois picos, com o segundo maior que o primeiro. Essa característica não foi apresentada na simulação, o que consequentemente demanda dos ensaios de coordenação de isolamento um estudo de dimensionamento dos equipamentos em relação aos níveis máximos admissíveis de proteção do sistema frente as sobretensões associadas as correntes impulsivas e a máxima elevação de potencial do solo.

A TAB. 03 ainda apresenta a percentagem de representatividade de cada uma das simulações e de seus respectivos sobressinais, adotando a amplitude mediana de 45kA como referência. Ao assumir “1” como base para representar 100% de representatividade, pode-se verificar que a onda normalizada 1,2/50µs retratou melhor o valor de pico no tempo de frente estabelecido, 98,3%, consequentemente também apresentou menor sobressinal, 1,7%.

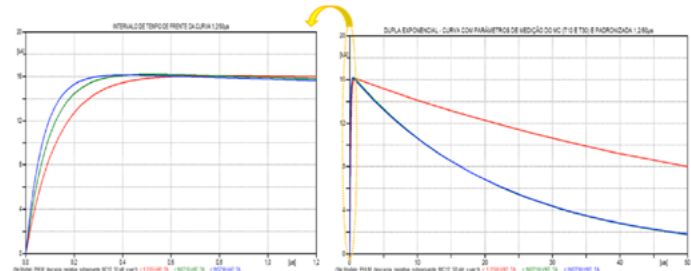
Quanto ao decaimento da curva, o valor que corresponderia ao tempo de cauda (50% da corrente de pico mediana) foi alcançado naquele instante para as três situações. Entretanto, em razão da amplitude ser maior e acontecer em um momento diferente do tempo de frente pré-estabelecido, o tempo de cauda correspondente à metade de seu valor aconteceu antes daquele determinado na TAB. 01 para T10 e T30 e antes dos 50µs para curva normalizada.

### 3.2 Simulações e Comparação dos Parâmetros da Descarga Negativa Subsequente

Semelhante ao estudo anterior, abordado no tópico 3.1, a FIG. 02 apresenta as simulações para a descarga negativa subsequente e a

TAB. 04 exhibe seus respectivos dados. Nesse caso, a curva padronizada apresentou uma taxa de crescimento inferior em relação as outras pela razão de seu tempo de frente ser o maior.

Figura 2 – Curvas dupla exponenciais da corrente de descarga negativa subsequente



Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 4 – Dados das curvas plotadas e percentagem de representação

Tipo de descarga	Dados da corrente plotada					Exponenciais de $-α.t$ e $-β.t$			
	Amplitude (kA)	Tempo de frente (s)	50% do valor de pico (kA)	Tempo de cauda (s)	Tempo instantâneo que 50% do MC é atingido (s)	$e^{-α.t}$	$e^{-β.t}$	$e^{-α.t} - e^{-β.t}$	$\frac{1}{e^{-α.t} - e^{-β.t}}$
Curva 1,2/50µs (MC - 1ns)	18,06	8,20E-07	8,03	4,98E-05	6,3E-07 e 1,2E-6	5,00E-05	9,96E-05	0,983	1,017
Descarga Negativa Subsequente MC (T10)	18,185	5,10E-07	8,09	1,64E-05	3,5E-07 e 8,8E-7	1,64E-05	9,96E-05	0,961	1,040
Descarga Negativa Subsequente MC (T30)	18,126	4,30E-07	8,06	1,62E-05	3,1E-07 e 6,7E-7	1,64E-05	9,96E-05	0,971	1,030

Fonte: Elaborada pelos autores.

As análises para a corrente impulsiva negativa subsequente foram parecidas com aquelas vistas anteriormente para a corrente impulsiva nega-

tiva única ou primeira. A citar, as principais diferenças encontradas foram:

- a onda normalizada tarda seu decaimento e se distancia consideravelmente das outras no intervalo de tempo de descida;
- houve um ganho de representatividade para as descargas subsequentes, pois seus valores aproximam mais do “1” em função de seus tempos de frente ( $T_{10}$  e  $T_{30}$ ) serem relativamente inferiores. O sobressinal da amplitude reduziu de 11% e 7,1% para 4% e 3% nas ondas com parâmetros  $T_{10}$  e  $T_{30}$ , respectivamente.

#### 4 CONCLUSÃO

Apesar de a onda normalizada  $1,2/50\mu\text{s}$  ser uma das mais utilizadas em laboratórios para especificação de isolamento das máquinas a impulsos atmosféricos e ensaios dos dispositivos equipamentos que compõem o SPDA do Sistema Elétrico de Potência, ela não se adequou totalmente aos parâmetros reais das correntes de descargas negativas única e subsequentes. Ao utilizar uma fonte dupla exponencial para representar seus parâmetros com base nas medições do MC, existe um sobressinal que precisa ser levado em conta no dimensionamento das máquinas. Esse valor indesejado nas simulações é de maior relevância para a descarga negativa única ou primeira.

A descarga subsequente gerou um erro considerável na descida da onda normalizada, o que agrava sua representatividade no tempo de cauda da corrente mediana, o qual é normalmente inferior a  $20\mu\text{s}$ .

É importante levantar essas fragilidades em projetos principalmente para criação de uma margem de segurança de proteção dos equipamentos e proporcionar uma especificação de isolamento mais confiável.

#### REFERÊNCIAS

BRAZ, C. P. *Avaliação do comportamento dielétrico de isoladores de distribuição de média tensão frente a impulsos atmosféricos não normalizados*. 2011. 131 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2011.

CONTI, A. R. de. *Modelos para definição de ondas de corrente e tensão representativas das solicitações de sistemas de distribuição por descargas atmosféricas*. 2006. 269 f. Tese (Doutorado em Sistemas de Potência) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

FARIA, G. H. *et al.* Estudo do comportamento da isolação de chaves seccionadoras de média tensão frente à ocorrência de surtos não padronizados. In: XVI ERIAC DECIMOSEXTO ENCUESTRO REGIONAL IBEROAMERICANO DE CIGRÉ, A3-04, 2015, Puerto Iguazú. *Artigo...* Puerto Iguazú: ERIAC, 2015. p. 1-8.

MARROQUES, L. S. Uma comparação entre os modelos de fonte de surto atmosférico no ATP. In: XII CEEL CONFERÊNCIA DE ESTUDOS EM ENGENHARIA ELÉTRICA, ISSN 2178-8308, 2015, Uberlândia. *Artigo...* Uberlândia: CEEL, 2015. p. 3.

SILVEIRA, F. H. *Aplicação de um novo modelo para cálculo de tensão induzida por descarga atmosférica*. 2001. 150f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2001.

VISACRO FILHO, S. *Descargas atmosféricas: uma abordagem de engenharia*. São Paulo: Artliber, 2005. 268 p

# DESPERDÍCIO DE ÁGUA POTÁVEL EM SISTEMAS HIDRÁULICOS DE ÁGUA QUENTE EM INSTALAÇÕES RESIDENCIAIS UNIFAMILIARES

Marco Tulio Ferreira<sup>1</sup>

Denise Freitas Silva<sup>2</sup>

## RESUMO

A água é um elemento primordial a vida dos seres vivos, sua falta ou a dificuldade em obtê-la pode significar a extinção da vida humana aqui neste planeta, assim o desperdício de água pode acelerar este processo. Nesta pesquisa foram desenvolvidos estudos para identificar, mensurar e propor soluções para evitar o desperdício de água potável em sistemas hidráulicos de água quente em residências unifamiliares. Este trabalho foi desenvolvido em três residências familiares, uma localizada na cidade de Caetanópolis, MG e outras duas em Paraopeba, MG. Ao analisar todos os dados, tanto na instalação hidráulica da residência 01 (serpentina), como na da residência 02 (solar) e, por fim, na da residência 03 (gás), foram constatados desperdícios independentemente do sistema de aquecimento, o resultado foi de um volume de 34,80 litros. O sistema de serpentina da residência 1 foi o que mais revelou desperdício de água relativamente aos

demais instalações analisadas, em razão de estar mais distante e possuir um maior diâmetro de tubulação e a falta de um misturador eficiente. Ficou, assim, comprovado que, independentemente do sistema de geração de calor (solar, gás ou serpentina), o problema está na água que fica estacionada e perdendo temperatura entre a reservação e o ponto de consumo. O mais indicado para minimizar os desperdícios é a implantação de um sistema automático de recirculação da água quente, em que é possível manter uma temperatura ideal para uso imediato ou redirecionar a água potável em temperatura indesejável para outro reservatório, utilizando o próprio misturador monocomando para realizar esse desvio.

Palavras-chave: Instalações hidráulica. Desperdício. Água Potável. Aquecedores solar. Serpentina. Gás.

<sup>1</sup> Graduado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário de Sete Lagoas. E-mail: Mrtulio7@gmail.com

<sup>2</sup> Professora do Centro Universitário de Sete Lagoas e Dr<sup>a</sup> em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa. E-mail: denise.silva@unifemm.edu.br

## 1 INTRODUÇÃO

A água, é um dos elementos essencial a vida do planeta e sua disponibilidade principal é na forma líquida (PENA, 2016-A).

Apesar de o nosso planeta ser conhecido como “Planeta água”, pois, se observada sua superfície, verifica-se que a maior parte é constituída por água, nem toda a água existente no planeta é própria para o consumo. Somente 2,5% de toda água do planeta possui propriedades de consumo e é definida como “Água Doce”, já o restante 97,5% é definida como “Água Salgada” e não possui esta propriedade. O Brasil, por sua vez, possui um grande potencial hídrico, detém 12% das reservas de água doce existente no mundo. Sua distribuição, porém, não é homogênea no seu território: a região norte concentra menos de 7% da população e possui 68% das reservas hídricas do país; em contrapartida temos as regiões sudeste e nordeste, onde a população é maior, que apresentam de 6% e 3% das reservas, e deste modo pode provocar graves problemas de abastecimento nos centros urbanos, comprovando assim, a má distribuição de água no nosso país (PENA, 2016-B).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, (2015) várias regiões do país vêm passando por uma crise hídrica e o principais fatores são o aumento do consumo de água, o desperdício e a poluição, tanto das águas superficiais, quanto subterrâneas, tornando uma preocupação real, pois as eminentes restrições desse produto, essencial à vida, levou várias cidades inseridas nesse contexto a tomarem medidas como o racionamento e até mesmo punições por mau uso. (PENA, 2016-C).

Em residências o uso de água quente representa uma conveniência no intuito de melhorar o conforto e a higiene dos ambientes e das pessoas, porém vem sendo uma fonte de desperdícios das primeiras águas, principalmente no chuveiro. (MACINTYRE, 2010).

O sistema de água quente, que é definido pelo aquecimento da água por uma fonte de geradora de calor, seja ela solar, gás, serpentina ou outros, tem como objetivo elevar a temperatura da água em níveis padrões de utilização.

Tais instalações devem ser projetadas e executadas a fim de garantir o seu perfeito funcionamento, devem respeitar por norma técnica a temperatura de utilização para uso humano até 70 °C, pressão estática máxima de 400 kPa e dinâmica de 5 kPa com uma velocidade máxima de 3 ms<sup>-1</sup> na tubulação, além de preservar a potabilidade da água, nível de conforto satisfatório ao usuário e economia de energia. (ABNT- NBR 7198, 1993)

Assim o objetivo deste trabalho foi identificar e mensurar o desperdício de água potável em sistemas hidráulicos de água quente, apresentando novos modelos de instalações ou soluções técnicas que evitem esta situação e viabilizem economicamente seu uso, a fim de diminuir os desequilíbrios causados pelo homem.

## 2 MEDODOLOGIA

O projeto de pesquisa foi desenvolvido em três residências unifamiliares, todas com potencial de desperdício de água potável em seus sistemas de água quente. A exemplo do que ocorre com a maioria das edificações nestes municípios, foram construídas sem um embasamento sustentável capaz de evitar tal desperdício.

Mesmo com fontes geradoras diferentes, estas residências possuem características patológicas de desperdício de água semelhantes, podendo ser agravado, uma diferentemente da outra, quando se leva em consideração a distância entre o reservatório de água quente e o ponto de utilização.



Para a primeira fase da realização desta pesquisa, foi definido um padrão de utilização de água quente numa residência unifamiliar (edificação destinada a moradia de uma única família) em termos de temperatura para cada tipo de utilização. Foi desenvolvido, então, um questionário que retratasse fielmente a situação encontrada nas residências, através do qual foi possível identificar e mensurar os desperdícios, bem como suas causas. Na medição da água potável desperdiçada, foi utilizado um recipiente graduado em litros, um termômetro para conferência da temperatura inicial e final de utilização e um cronômetro para averiguar o tempo gasto para se obter a temperatura padrão de utilização. Esta medição possui três etapas distintas:

1. Verificação da mudança de temperatura da água contida na tubulação medindo-se tempo e volume, utilizando somente o sistema de água quente.
2. Verificação do tempo e volume para que a água quente atinja a temperatura padrão de uso, ainda usando somente o sistema de água quente. Esta atividade é feita em conjunto com a anterior.
3. Verificação do tempo e volume gasto para que se faça a mistura entre a água fria com a quente, de modo que a temperatura padrão seja atinvida. Esta atividade foi feita em separado das demais.

Esses dados foram tabulados em forma de planilha do Excel e dispostos em gráficos para facilitar a análise, apontando os desperdícios de água nos sistemas hidráulicos de água quente e suas possíveis causas.

A segunda fase consistiu em elaborar e dimensionar um sistema hidráulico de água quente capaz de evitar tal desperdício e verificar sua viabilidade para tal uso, confrontando seus resultados com os sistemas questionados.

### 3 RESULTADO E DISCUSSÃO

É mostrado na TAB. 01 e nas respectivas FIG. 01 e 02 a relação do tempo total com a distância (segundos/metro) e o volume total pela distância (litros/metro) para que a água atinja e mantenha uma temperatura de 40°C.

Os dados continuam apontando as mesmas deficiências nas instalações hidráulicas, independentemente do sistema adotado.

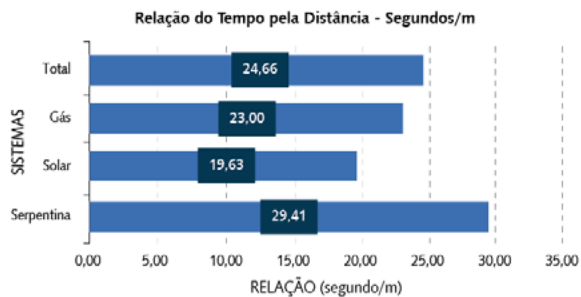
**Tabela 1** – Relação de tempo total e volume total pela distância total gastos para que se ajuste a água em 40°C – com o sistema de água quente e fria ligados.

Residência	Sistema de água quente	Tempo Gasto (segundos)	Volume de Água Recolhida (litros)	Distância da reservação ao ponto de consumo (m)	Relação do Tempo pela Distância (Segundos/m)	Relação do Volume pela Distância (litros/m)
1	Serpentina	300	16,8	10,2	29,41	1,65
2	Solar	157	8,6	8	19,63	1,08
3	Gás	115	9,4	5	23,00	1,88
	Total	572	34,8	23,2	24,66	1,50

Fonte: Dos autores, 2016.

A FIG. 01 demonstra a relação do tempo total pela distância total das residências, e define um parâmetro entre as residências em estudo de 24.66 segundos/metros para que a água atinja e mantenha uma temperatura de 40°C.

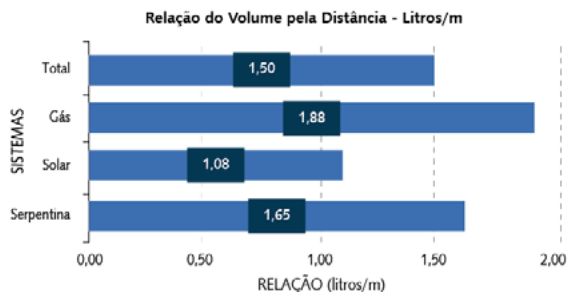
Figura 2 – Relação entre tempo / distância



Fonte: Dos autores, 2016.

A FIG.03 mostra uma relação entre o volume total pela distância total, fornecendo um parâmetro de 1,50 litros/metro entre as residências pesquisadas.

Figura 3 – Relação entre volume / distância



Fonte: Dos autores, 2016.

Ao analisar todos os dados expostos anteriormente, fica comprovado que tanto na instalação hidráulica da residência 01 (serpentina), como na da residência 02 (solar) e, por fim, na da residência 03 (gás), ocorreram desperdícios independentemente do sistema de aquecimento. Portanto, deve-se observar que todas as instalações hidráulicas **fizeram descarte de água potável, e que, somados em uma única utilização, descartam juntos 34,80 litros**. Pode-se ainda afirmar que dentro deste volume de 34,80 litros, existe embutida uma perda no momento do ajuste da água quente com a fria, que contabiliza um volume de **1,8 litros por utilização** de cada membro familiar, após o primeiro procedimento de mistura de água quente com a fria para uso pessoal.

Dentre as combinações dos vários fatores que agravam o desperdício no sistema de água quente, as principais são:

- A distância da reservação de água quente do ponto de utilização.
- O diâmetro da tubulação.
- A falta de recirculação de água quente no sistema hidráulico.

A primeira solução, é a recirculação da água quente de maneira automática, em que uma bomba de baixa potência é instalada antes de todos os pontos de utilização. Seu acionamento é feito através de um sensor de temperatura ligado à tubulação de água quente, que, ao acusar uma temperatura inferior à desejada, aciona a bomba, fazendo a recirculação da água. Esta solução pode ser executada em todas as residências pesquisadas, bastando, porém, fazer algumas intervenções nas instalações hidráulicas para a instalação dos mecanismos necessários, como a bomba de recirculação e o misturador automático.

A segunda solução, que também pode ser implantada nas residências pesquisadas mediante intervenções, é a instalação de um mistura-

dor monocomando com desviador, que redireciona a água com temperatura indesejada para outro reservatório de água potável.

Ambas as soluções são viáveis, não só por uma questão de custo/benefício, mas também pelo fato de demonstrarem uma consciência ambiental e uma preocupação para com a manutenção da vida humana na terra, tendo em vista o desequilíbrio sustentável e, principalmente, a escassez de recursos hídricos que assolam toda a humanidade.

#### 4 CONCLUSÃO

O sistema de serpentina da residência 1 foi o que mais revelou desperdício de água relativamente às demais instalações analisadas, em razão de estar mais distante e possuir um maior diâmetro de tubulação e a falta de um misturador eficiente. Fica, assim, comprovado que, independentemente do sistema de geração de calor (solar, gás ou serpentina), o problema está na água que fica estacionada e perdendo temperatura entre a reservação e o ponto de consumo.

O mais indicado para minimizar os desperdícios é a implantação de um sistema automático de recirculação da água quente, onde é possível manter uma temperatura ideal para uso imediato ou redirecionar a água potável em temperatura indesejável para outro reservatório, utilizando o próprio misturador monocomando para realizar esse desvio.

#### REFERÊNCIAS

ACQUASOLRIO. *Catálogo Técnico*. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: < <http://www.acquasolrio.com.br/misturador.html> > Acesso em: 05 maio 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 7198/93: projetos e execução de instalações prediais de água quente*. Rio de Janeiro, 1993. 06 p.

BOTELHO, Manuel H. Campos; RIBEIRO JUNIOR, Geraldo de A. *Instalações Hidráulicas Prediais: utilizando tubos de plástico*. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2014. 412p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Consumo Sustentável: Manual de educação*. Consumers International /MMA /MEC/ IDEC, Brasília, 2015. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/\\_arquivos/consumo\\_sustentavel.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/_arquivos/consumo_sustentavel.pdf)>. Acesso em: 16 de abr. 2016. 168 p.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. *Instalações hidráulicas e o Projeto de Arquitetura*. São Paulo: Blucher, 2014. 342 p.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. *Patologias em Sistemas Prediais Hidráulico-Sanitários*. São Paulo: Blucher, 2013. 279 p.

FIBROMAR. *Catálogo Técnico*. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: < [http://www.fabrimar.com.br/arquivos/produtos/373/fabrimar\(373\)\\_manual\\_51100557\\_ref%202994-ci%202994-co%202994-lo%202993-ci%202993-co%202993-lo-nova.pdf](http://www.fabrimar.com.br/arquivos/produtos/373/fabrimar(373)_manual_51100557_ref%202994-ci%202994-co%202994-lo%202993-ci%202993-co%202993-lo-nova.pdf) > Acesso em: 5 maio 2016.

FRANCISCO, Wagner De Cerqueira E. A água é um elemento essencial para a vida de todas as espécies; Brasil Escola. Disponível em:<ht-

tp://brasilecola.uol.com.br/geografia/agua2.htm>. Acesso em: 12 de abr. de 2016.

GIL, Antônio Carlos. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.

MACINTYRE, Archibald Joseph. *Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais*. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010. 579 p.

PENA, Rodolfo F. Alves. Desperdício de água, Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/geografia/desperdicio-agua.htm>>. Acesso em: 03 mar. 2016-A.

PENA, Rodolfo F. Alves. Distribuição da água no mundo; *Brasil Escola*. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/geografia/distribuiacao-agua-no-mundo.htm>>. Acesso em 12 de abr. de 2016-B.

PENA, Rodolfo F. Alves. Escassez de água no Brasil; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/geografia/escassez-agua-no-brasil.htm>>. Acesso em: 03 de marc. de 2016-C.

VERGARA, Sylvia Constant. *Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração*. 5. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2004. 96 p.

VIANNA, Marcos Rocha. *Instalações Hidráulicas Prediais*. 4. ed. Nova Lima, Minas Gerais: Imprimatur, 2013. 316p.

# ESTUDO DAS ALTERAÇÕES NA CAVIDADE ORAL E A RELAÇÃO COM O ESTADO NUTRICIONAL EM IDOSOS NA CIDADE DE CORDISBURGO-MG

Iara Dark Diniz Bruno<sup>1</sup>

Kiara Gonçalves Dias Diniz<sup>2</sup>

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi relacionar a saúde bucal e o estado nutricional em um grupo de idosos, visto que o envelhecimento é um acontecimento biológico, irreversível e único para cada indivíduo. No Brasil, estima-se que atualmente há cerca de 23,5 milhões de pessoas acima de 60 anos, e que será o sexto país do mundo nesta faixa etária no ano de 2050. Foram avaliados 50 idosos no período de março a junho de 2016, para realização da avaliação antropométrica, avaliação da saúde bucal, que foi utilizado pelo questionário de *GOHAI* (*Geriatric Oral Health Assessment Index*). Foram avaliados 17 idosos do G1 e 33 idosos do G2. Quanto ao uso de prótese dentária 23,52% (n=4) e 63,63% (n=21) relataram fazer o uso no G1 e G2, respectivamente. Quanto ao IMC do G1 e do G2, 47,05% (n=8) e 12,12% (n=4) dos idosos têm baixo peso; 29,42% (n=5) e 30,30%

(n=10) estão eutróficos, 23,53% (n=4) e 57,58% (n=19) apresentam sobrepeso, respectivamente. No questionário de *GOHAI*, o G1 obteve uma pontuação média geral de  $29,70 \pm 4,44$  pontos, já o G2 a média foi  $31,60 \pm 3,35$  pontos, que foram consideradas “ruins” e regulares”. Os nossos resultados mostraram que existe alta prevalência de idosos desnutridos ou em risco nutricional na ILPI e no grupo de convivência pesquisada, pelo questionário MAN, IMC e CP. Na autopercepção de saúde bucal por parte dos idosos pelo questionário de *GOHAI*, houve uma classificação em ruim (G1) e regular (G2).

Palavras-chave: Idoso. Instituição de Longa Permanência para Idosos. Centros Comunitários para Idosos. Saúde Bucal. Estado Nutricional.

<sup>1</sup> Acadêmica em Nutrição no Centro Universitário de Sete Lagoas. E-mail: oiirabruno4@hotmail.com

<sup>2</sup> Mestre e Doutoranda em saúde do Adulto pela Universidade Federal de Minas Gerais. E-mail: kiara.diniz@unifemf.edu.br

## 1 INTRODUÇÃO

A terceira idade tem sido o foco da atenção à saúde, pois a população está envelhecendo, e tal processo vem acompanhado por inúmeras doenças que requerem intervenção (CARDOSO; BUJES, 2010).

As Instituições de Longa Permanência para Idosos (ILPIs) abrigam indivíduos com mais de 60 anos, que não têm onde morar ou estão em situação de risco, preservando sua dignidade e os seus direitos mínimos, como moradia e alimentação (SILVA *et al.*, 2013).

Em relação aos grupos de convivência, levam a uma interação entre os idosos através de inclusão social, que induzirá à autonomia, vontade de viver e autoestima, além de resgatar o senso de humor e melhorar a qualidade de vida que proporcionará mudanças positivas em suas vidas (SOUZA; GALANTE; FIGUEIREDO, 2003; ALMEIDA *et al.*, 2010).

O reflexo da falta de prevenção, como a higiene bucal, contribui para vários fatores em idosos, levando-os ao edentulismo, principalmente afetando no consumo alimentar. O conhecimento e cuidados com a higiene bucal têm por finalidade, manter a conservação dos dentes naturais até idades mais avançadas, de forma saudável e funcional (SIMÕES; CARVALHO, 2011).

Em 2010, foi realizada uma pesquisa sobre saúde bucal, e nessa análise os resultados evidenciaram que os idosos brasileiros ainda vivem um cenário crítico, com elevada perda dentária (BRASIL, 2011).

Associado a esse cenário, a percepção de saúde bucal também está relacionada às características socioeconômicas, como escolaridade e renda, além de condições clínicas, como perda dentária, uso e necessidade de próteses (AGOSTINHO; CAMPOS; SILVEIRA, 2015).

De acordo com estudos de Coelho (2004), em meio aos problemas de saúde bucais que podem ser agravados pela má alimentação, estão às: do-

enças periodontais, a perda dentária, a ausência da integridade da mucosa e às lesões cáries que são consideradas doenças transmissíveis infecciosas causadas principalmente por uma dieta cariogênica e à xerostomia (boca seca) ocasionada em grande parte pelas avitaminoses e/ou polifarmácia.

Nesse contexto, Moura; Reyes (2002) explica o papel fundamental que o alimento tem sobre o fornecimento de energia e nutrientes necessários ao bom funcionamento do organismo, independentemente dos hábitos e costumes do indivíduo.

Para Valentim; Soares (2002), uma das principais causas de morbimortalidade é desnutrição, que é um dos transtornos que mais atinge os idosos.

Dessa forma, o presente trabalho visou avaliar a saúde bucal e o estado nutricional de idosos em uma ILPI e em um grupo de convivência de idosos.

## 2 METODOLOGIA

O estudo transversal, com características quantitativas, foi realizado no município de Cordisburgo, no estado de Minas Gerais, no período de março a junho de 2016.

A amostra foi constituída por idosos, de ambos os sexos, institucionalizados do Lar Sagrado Coração de Jesus e idosos de um grupo da terceira idade do Centro de Referência em Assistência Social (CRAS). Como critério de inclusão, adotou-se ter acima de 60 anos. Todos os idosos envolvidos na pesquisa leram e assinaram o “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido”, podendo este ser assinado por um responsável pelo idoso, desde que ele disponha a participar.

A coleta de dados foi realizada em 2 etapas: questionário de avaliação da saúde bucal (GOHAI), por meio de 12 perguntas, que foram classi-

ficadas em três dimensões: física, psicológica e dor ou desconforto, com respostas numa escala de 3 pontos: (sempre= 1, às vezes= 2 e nunca= 3). Ao final, foram feitas a soma simples de cada uma das respostas, da autopercepção em “ótima” (34 a 36 pontos); “regular” (30 até 33 pontos); e “ruim” (<30 pontos). Para avaliação nutricional foram realizadas as medidas de peso, estatura, circunferência da panturrilha, circunferência do braço e circunferência da cintura e história alimentar pelo Recordatório de 24 horas do SISVAN. O método de avaliação para o peso, contou com uma balança mecânica com capacidade máxima de 200 kg com variação de 100 g, colocada sobre superfície plana. A altura foi medida através de um estadiômetro vertical, sem calçados e com o olhar para o horizonte. A circunferência da panturrilha, circunferência do braço e circunferência da cintura, foram medidas através de uma fita métrica inelástica e avaliadas de acordo com cada parâmetro. Além dessas etapas também foi aplicado uma anamnese contendo dados pessoais e clínicos, a fim de avaliar melhor o paciente.

Para análise dos dados foi utilizado o programa Excel. Dados numéricos foram expressos como média e desvio padrão e dados categóricos apresentados como número absoluto e percentual.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Algumas diferenças em relação ao perfil dos idosos foram observadas, mediante a isso os dois grupos: G1 e G2 foram separados. O grupo G1 foi o grupo da ILPI, e o G2 o grupo de convivência do CRAS. Participaram deste estudo 50 idosos no total.

No estudo, a maioria dos participantes foi do sexo feminino correspondendo 52,95% (n=9) dos idosos institucionalizados (G1) e 100% das idosas do grupo de convivência (G2) (Tabela 1).

**Tabela 1** – Distribuição segundo as características demográficas dos idosos institucionalizados na ILPI Lar Sagrado Coração de Jesus (G1) e do grupo de Idosas do Centro de Referência em Assistência Social - CRAS (G2), em Cordisburgo - MG, 2016.

VARIÁVEIS	GRUPO 1	GRUPO 2
	n (%) ou Média ± desvio padrão	n (%) ou Média ± desvio padrão
<b>Sexo</b>		
Feminino	9 (52,95)	33 (100,00)
Masculino	8 (47,05)	0 (0,00)
<b>Número de Medicamentos</b>	<b>2,52 ± 1,62</b>	<b>1,75 ± 1,58</b>
<b>Grau de dependência</b>		
Independentes	2 (11,77)	32 (96,97)
Parcialmente dependentes	6 (35,29)	0 (0,00)
Dependentes	9 (52,94)	1 (3,03)
<b>Uso de Prótese</b>		
Sim	4 (23,52)	21 (63,63)
Não	13 (76,48)	12 (36,37)
<b>TI (anos)</b>	<b>11,82 ± 17,68</b>	<b>0 (0,00)</b>
<b>Renda</b>		
≤ 1 salário mínimo	17 (100,00)	21 (63,63)
≥ 1 salário mínimo	0 (0,00)	12 (36,37)

n-Número; TI-Tempo de Institucionalização

Fonte: Elaborada pelas autoras.

De acordo com a pesquisa realizada por Colembergue e Conde (2011), 57,1% dos participantes era do sexo feminino, uma prevalência similar com o presente estudo.

Marinho *et al.* (2013), em uma de suas explicações, relatam que a maior prevalência de participantes do sexo feminino pode ser devido a elas constituírem a maior parte da população e por terem maior expectativa de vida que os homens, ficando viúvas e muitas vezes sozinhas.

Nesse contexto, observou-se que no G1 a maioria dos idosos não utilizava prótese dentária (76,48%), por não terem uma boa adaptação, já no G2, 63,63% das idosas relataram fazer o uso de prótese por terem boa adaptação e também por terem um nível socioeconômico melhor.

Quando analisado os índices antropométricos, nos dois grupos de idosos foi identificado que houve uma elevada prevalência de baixo peso (G1) e excesso de peso (G2) (Tabela 2).

Segundo Busnelo (2007), em instituições de longa permanência a prevalência de desnutrição é de 25% a 60%. Idosos brasileiros acima de 60 anos, têm maior risco de desnutrição, em torno de 52,8% em relação àqueles com menos de 60 anos de idade, que perfazem 47,2%.

Entretanto, na pesquisa de Garcia; Godoy e Pereira (2012), com 50 idosos participantes de um projeto social, os dados antropométricos mostraram que 45,00% estavam com sobrepeso, assim como risco aumentado para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares.

Na verificação do estado nutricional pelo questionário da Mini avaliação nutricional (MAN), que é um instrumento específico que permite que o risco de desnutrição seja identificado em idosos, observou-se que no G1, 17,60% (n=3) dos participantes tiveram escore < 17, apontando para desnutrição. Em contrapartida, os resultados no G2 pela MAN revelaram que 94,00% (n=31) das idosas apresentaram estado nutricional satisfatórios, representando, portanto a grande maioria (Gráfico 1).

**Tabela 2** – Caracterização dos dados antropométricos dos idosos institucionalizados na ILPI “Lar Sagrado Coração de Jesus” e do Grupo de Idosas do (CRAS) em Cordisburgo - MG, 2016.

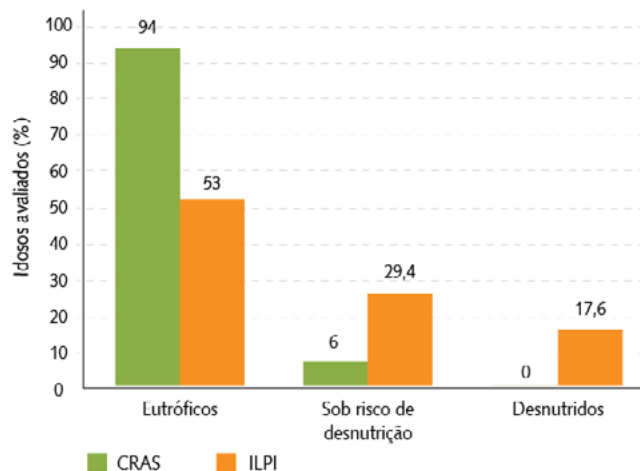
VARIÁVEIS	GRUPO 1	GRUPO 2
	n (%) ou Média ± desvio padrão	n (%) ou Média ± desvio padrão
<b>Peso (kg)</b>	<b>57,17 ± 16,07</b>	<b>71,31 ± 13,96</b>
<b>IMC(kg/m<sup>2</sup>)</b>		
Baixo Peso	8 (47,05)	4 (12,12)
Eutrofia	5 (29,42)	10 (30,30)
Sobrepeso	4 (23,53)	19 (57,58)
<b>CP</b>		
≤ 31 cm	12 (70,59)	0 (0,00)
≥ 31 cm	5 (29,41)	33 (100)
<b>CB</b>		
Desnutrição Leve	5 (29,41)	0 (0,0)
Desnutrição Moderada	3 (17,64)	0 (0,0)
Desnutrição Grave	3 (17,64)	1 (3,03)
Eutrofia	5 (29,41)	16 (48,49)
Sobrepeso	0 (0,00)	9 (27,27)
Obesidade	1 (5,90)	7 (21,21)
<b>CC</b>		
<b>Mulheres</b>	<b>94,66 ± 18,99</b>	<b>95,96 ± 13,28</b>
Adequado	1 (11,11)	5 (15,15)
≥ 80 cm (Elevado)	2 (22,22)	2 (6,06)
≥ 88 cm (Muito Elevado)	6 (66,67)	26 (78,79)
<b>Homens</b>	<b>84,37 ± 8,79</b>	<b>0 (0)</b>
Adequado	7 (87,50)	0 (0)
≥ 94 cm (Elevado)	1 (12,50)	0 (0)
≥ 102 cm (Muito Elevado)	0 (0,00)	0 (0,0)

IMC - Índice de Massa Corporal; CP - Circunferência da Panturrilha; CB - Circunferência do Braço; CC - Circunferência da Cintura

Fonte: Elaborada pelas autoras.

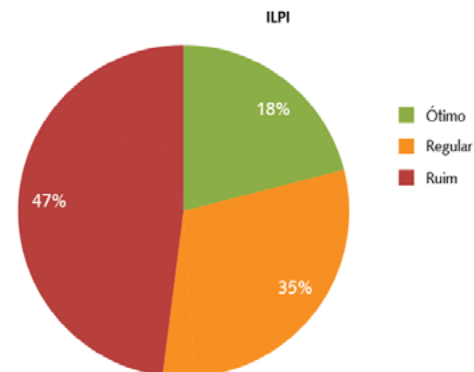


**Gráfico 1** – Caracterização do estado nutricional dos idosos Institucionalizados na ILPI “Lar Sagrado Coração de Jesus” e do grupo de idosas do CRAS (Centro de Referência em Assistência Social) em Cordisburgo - MG, por meio da Mini Avaliação Nutricional, 2016.

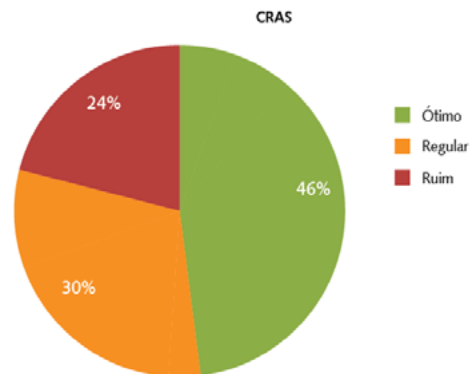


De acordo com Paz *et al.*; (2012), dados de seu estudo foram semelhantes aos encontrados no nosso trabalho, por meio da MAN, a prevalência de eutrofia em 66,70% (n=16) dos idosos, seguido por risco de desnutrição em 25% (n=6) e desnutrição em 8,3% (n=2). Para os resultados do questionário *GOHAI*, no G1, obteve-se uma classificação da percepção de saúde bucal considerada “ruim” (Gráfico 2). Entre as mulheres do G2, boa parte das idosas apresentava uma autopercepção “ótima” (Gráfico 3).

**Gráfico 2** – Índice de *GOHAI* (*Geriatric Oral Health Assessment Index*) entre os idosos da ILPI “Lar Sagrado Coração de Jesus”. Cordisburgo - MG, 2016.



**Gráfico 2** – Índice de *GOHAI* (*Geriatric Oral Health Assessment Index*) entre as idosas do grupo de convivência “CRAS”. Cordisburgo - MG, 2016.



Agostinho; Campos e Silveira (2015) compararam em seu estudo a média do *GOHAI* para as mulheres, de 28,80 pontos, caracterizando uma autopercepção bucal “ruim”, os homens obtiveram valor 31,3 pontos, classificado como “regular”.

#### 4 CONCLUSÃO

O presente estudo mostrou que existe forte prevalência de idosos desnutridos ou em risco nutricional na ILPI referida, pelos métodos antropométricos: IMC, CP, CB e CC e pelo questionário MAN, que os definiram em um estado nutricional insatisfatório. Por outro lado as idosas do grupo de convivência foram classificadas acima dos parâmetros avaliados, demonstrando sobrepeso e risco aumentado para desenvolvimento de doenças cardiovasculares, o que ressalta a grande diferença dos grupos estudados.

Por meio do questionário de *GOHAI*, em ambos os grupos apresentaram uma percepção da qualidade bucal ruim e regular para o G1 e G2 respectivamente. Esse resultado confirma a importância da integração entre odontologia e nutrição na promoção de saúde dos idosos.

O estado nutricional em idosos institucionalizados e não institucionalizado é um que contribuir no cuidado e monitoramento do estado nutricional dos idosos, desempenhando ações que auxiliem na longevidade e qualidade de vida de indivíduos tanto residente em ILPIs, como também visitas frequentes em grupos de convivência.

#### REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, Ana Cláudia Maciel Gava; CAMPOS, Mara Lúcia; SILVEIRA, João Luiz Gurgel Calvet da. Edentulismo, uso de prótese e autopercepção de saúde bucal entre idosos. *Revista de Odontologia da UNESP*, Blumenau-SC, v.44, n.2, p.74-79, mar.-abr.2015.

ALMEIDA, Edelvel Alves de et al. Comparação da qualidade de vida entre idosos que participam e idosos que não participam de grupos de convivência na cidade de Itabira-MG. *Revista Brasileira Geriatria e Gerontologia*, Rio De Janeiro, v.13, n.3, p. 435-443, dez.2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Projeto SB Brasil 2010: Pesquisa Nacional de Saúde Bucal 2010. Resultados principais*. Brasília: Ministério da Saúde; 2011.

BUSNELLO, Fernanda Michielin. *Aspectos Nutricionais no Processo do Envelhecimento*. São Paulo: Atheneu, 2007.

CARDOSO, Maria Cristina Almeida Freitas; BUJES, Roseneide Vieira. A saúde bucal e as funções da mastigação e deglutição nos idosos. *Estudos Interdisciplinares sobre o Envelhecimento*, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 53-67, jul. 2010.

COELHO, Adriana Keller. Nutrição e Saúde Bucal. In: CAMPOSTRINI, Eliana da Penha. *Odontogeriatrics*. Rio de Janeiro: Revinter, 2004.

COLEMBERGUE, Janise Pedroso; CONDE, Simara Rufatto. Uso da Miniavaliação Nutricional em idosos institucionalizados. *Scientia Médica*, Porto Alegre, v.21, n.2, p. 59-63, 2011.

GARCIA, Paloma Popov Custódio; GODOY, Silva Lília; PEREIRA, Tatiane Andréia. Saúde nutricional de idosos. Aspectos bioquímicos,

antropométricos e alimentares. *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, Campo Grande, v. 16, n. 4, p. 25-37, 2012.

MARINHO, Lara Mota *et al.* Grau de dependência de idosos residentes em instituições de longa permanência. *Revista Gaúcha de Enfermagem*, v.134, n.1, p.104-110, 2013.

MOURA, Mirian Ribeiro Leite; REYES, Felix Guillermo. Interação fármaco nutriente: uma revisão. *Revista de Nutrição*, Campinas, v.15, n.2, p.223-238, mai.-ago. 2002.

PAZ, Ramyne de Castro da; FAZZIO, Débora Mesquita Guimarães; SANTOS, Ana Lilian Bispo dos. Avaliação nutricional em idosos institucionalizados. *Revista*, Brasília - DF, v. 1, n. 1, p. 9-18, jan.-jun. 2012.

SILVA, Júnia Denise Alves; COMIN, Fabio Scorsolini; SANTOS, Manoel Antônio dos. Idosos em instituição de longa permanência: desenvolvimento, condições de vida e saúde. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, v.26, n.4, p. 820-830, 2013.

SIMÕES, Ana Carolina de Assis; CARVALHO, Denise Maciel. A realidade da saúde bucal do idoso no Sudeste brasileiro. *Ciência e Saúde Coletiva*, v.16, n.6, p.82-2975, jun. 2011.

SOUSA, Liliansa; GALANTE, Helena, FIGUEIREDO, Daniela. Qualidade de vida e bem-estar dos idosos: um estudo exploratório na população portuguesa. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v.37, n.3, p.71-364, jun. 2003.

VALENTIM, Andréa Abdala Frank; SOARES, Eliane de Abreu. *Nutrição no Envelhecer*. São Paulo: Atheneu; 2002.

# GESTÃO DO CONHECIMENTO E PROCESSOS DE SUCESSÃO: UM ESTUDO EM UMA ESMPIESA DO RAMO AUTOMOTIVO

Aline de Lima e Souza<sup>1</sup>

Luciana Branco Penna<sup>2</sup>

## RESUMO

Em um mercado cada vez mais competitivo as empresas que se destacam estão investindo em estratégias que assegurem a assimilação e retenção dos conhecimentos gerados no dia a dia dos seus processos. Frente a esse contexto, este estudo buscou mapear como se dava a transferência de conhecimento na empresa MCF para entender seus processos sucessórios. Para o levantamento dos dados da pesquisa, foi aplicado um questionário para 8 colaboradores-chave que permitiu levantar o nível de clareza das informações estratégicas passadas, os tipos de ferramentas utilizadas para a transferência de conhecimento e qual tipo de modalidade de transferência estava mais presente: tácita ou explícita. Os principais resultados

obtidos demonstraram que a modalidade tácita é a mais utilizada, por meio das ferramentas reuniões e conversas informais, tornando o processo de conversão do conhecimento denominado socialização, o dominante. Com isso, os processos sucessórios se apresentaram frágeis, pois ficam à mercê do interesse dos colaboradores com mais tempo de empresa e maior conhecimento da cultura organizacional. Dessa forma, cabe a MCF investir em ações que permitam a utilização de outras formas de transferir conhecimento.

Palavras-chave: Transferência de conhecimento. Sucessão. Processos.

<sup>1</sup> Graduada em Psicologia pela UFMG, Pós-graduada em Gestão Estratégica de Negócios pela PUC-MG e graduanda em Engenharia de Produção pela UNIFEMM. alinelisouza45@gmail.com | <sup>2</sup> Doutora em Administração Professora UNIFEMM. Luciana.penna@unifemm.edu.br

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com Durst *et al.* (2012) a gestão do conhecimento pode ser compreendida como a coleção de processos que tem como objetivo gerir a criação, disseminação e o uso do conhecimento para atingir os objetivos organizacionais. Aliado a esse construto, Vieira e Garcia (2004), complementam que as empresas precisam garantir ações que permitam a geração de compromissos, situações, crenças e interações apropriadas para que as informações sejam convertidas em conhecimento e possam circular e atingir um resultado desejado.

Para se compreender a teoria da gestão do conhecimento, é importante elucidar os conceitos de dados, informação e conhecimento. Dessa forma, Boff (2001) indica que dado é a matéria prima para a informação. Já a informação é a organização dos dados em uma estrutura que permite a redução da incerteza e ambiguidade, a partir do momento que gera maior clareza da situação. E o conhecimento é o resultado da interpretação da informação. Algo que é resultado de aprendizagem, de experiências e que podem ser utilizados em várias situações.

Cabe explicitar, também, o conceito de conhecimento tácito e explícito, considerando que são pontos centrais deste estudo. Assim Nonaka e Takeuchi<sup>3</sup> (1997 *apud* SILVA, 2004 p.150), apontam que, o conhecimento tácito é o conhecimento subjetivo sob o formato das habilidades, ideias, percepções e experiências inerentes à pessoa e por isso, difícil de ser explicado. Já o conhecimento explícito é o conhecimento fácil de codificar, transferir e utilizar, apresenta-se sob o formato de textos, tabelas, diagramas e também podem ser organizados em bases de dados.

Barbieri<sup>4</sup> (1990 *apud* DEMANTOVA e LONGO, 2001, p.95), nos ensina que a transferência de conhecimento e/ou tecnologia pode ser enten-

dida como o processo em que uma empresa ou pessoa passa a dominar um conjunto de conhecimento de uma tecnologia que não possui. E completa que para que haja uma efetiva transferência dessa tecnologia e/ou conhecimento duas condições básicas precisam ser satisfeitas para que o emissor tenha interesse em transferir o conhecimento e o receptor tenha condições de receber – (capacidade técnica e estrutura organizacional que favoreça).

Dentro dessa mesma proposta, Nonaka e Takeuchi (1997), acrescentam que a conversão do conhecimento pode acontecer através de quatro formas, a saber:

Socialização – conversão do conhecimento tácito em conhecimento tácito, ou seja, quando ocorre a transferência do saber através de percepções, ideias, observações e outras formas relacionadas ao contato com o outro;

Externalização – é a conversão do conhecimento tácito em explícito, que ocorre quando se faz possível transformar esse último em linguagem escrita, por exemplo: manuais, gráficos, mapas, slides. Importante garantir a clareza e entendimento ao transformar o conhecimento para que as perdas sejam minimizadas. Esse processo é muito importante para as empresas, pois, ao conseguir transformar o conhecimento tácito em explícito, pode-se replicá-lo em toda a cadeia produtiva.

Combinação – conversão de algum conhecimento explícito do indivíduo que é agregado ao conhecimento explícito da organização. Ocorre através das reuniões, e-mails, conversas informais, ou seja, onde haja troca.

Internalização – Transformação do conhecimento explícito em tácito, o que ocorre quando há uma interpretação do que está disponível em manuais, livros e normas. O conteúdo internalizado pode influenciar os valores e crenças do indivíduo, levando a reformular seu conhecimento tácito.

<sup>3</sup> NONAKA, I e TAKEUCHI, H. op. cit.

<sup>4</sup> BARBIERI, J.C. " Produção e Transferência de Tecnologia". 1 ed. São Paulo: Editora Ática, 1990, p.42

Essa movimentação do saber que se dá a todo instante, seja acessando um documento, seja se relacionando com o outro, é apontado pelos autores como “espiral do conhecimento”. Seguindo uma ordem para melhor compreender essa espiral, tem-se que a partir do momento que o indivíduo internaliza o que está explícito, ele pode gerar um novo conhecimento tácito. Socializando ele fala desse conhecimento, o que permite o registro desse saber de forma explícita e de novo o que está explícito pode ser internalizado. A FIG.1 representa como funciona a espiral do conhecimento.



Fonte: Adaptado de Nonaka e Takeuchi (1997).

Considerando o estudo em questão, mapear como esses processos ocorrem dentro da empresa pode colaborar na efetivação dos processos sucessórios das pessoas - chave e com isso garantir um diferencial da empresa no mercado.

Gonçalves (2000) aponta que todo o trabalho realizado em uma empresa faz parte de algum processo sendo o resultado desse um produto ou serviço, dessa forma organizou os modelos básicos de processos em 5 categorias que se apresentam a seguir no quadro que aponta os modelos básicos de processos.

Quadro 1 – Modelo básico de processos

Processo	Exemplo	Características
Fluxo de material	Processo de fabricação industrial	<ul style="list-style-type: none"> <li>*inputs e outputs claros</li> <li>*atividades discretas</li> <li>*fluxo observável</li> <li>*desenvolvimento linear</li> <li>*sequência de atividades</li> </ul>
Fluxo de trabalho	Desenvolvimento de produto Recrutamento e Contratação de pessoal	<ul style="list-style-type: none"> <li>*início e final claros</li> <li>*atividades discretas</li> <li>*sequência de atividades</li> </ul>
Serie de etapas	Modernização do parque industrial da empresa Redesenho de um processo Aquisição de um empresa	<ul style="list-style-type: none"> <li>*caminhos alternativos para o resultado</li> <li>*nenhum fluxo perceptível</li> <li>*conexão entre as atividades</li> </ul>
Atividades coordenadas	Desenvolvimento gerencial Negociação salarial	<ul style="list-style-type: none"> <li>*sem sequência obrigatória</li> <li>*nenhum fluxo perceptível</li> </ul>
	Diversificação de negócios Mudança cultural da empresas	<ul style="list-style-type: none"> <li>*evolução perceptível por meio de indicadores</li> <li>*fraca conexão entre as atividades</li> <li>*baixo nível de controle</li> </ul>

Fonte: GONÇALVES, 2000, p.7.

Dentro da perspectiva deste estudo, pode-se dizer que os processos sucessórios se enquadram do modelo atividades coordenadas, portanto não apresentam uma sequência obrigatória e muito menos um fluxo perceptível. Durst *et al.*, (2012) nos aponta a necessidade dos processos de sucessão ou transição serem definidos com antecedência, para permitir que o sucessor receba o treinamento adequado e os conhecimentos necessários ao negócio. Indica também, quais os elemen-

tos podem influenciar no desenvolvimento da sucessão, entre eles: o nível de escolaridade, a formação profissional, o nível de envolvimento com a empresa, as experiências internas e externas, a qualidade do relacionamento com os agentes envolvidos no processo e o interesse na aquisição do conhecimento a ser transferido.

Investir nos processos de sucessão ou transição de conhecimento dentro das empresas ganham cada vez mais importância, à medida que as organizações investem cada vez mais em tecnologias e inovações, provocando mudanças frequentes em seus processos aumentando assim os conteúdos intelectuais produzidos (GONÇALVES, 2000).

Dessa forma, o objetivo desse estudo foi mapear como se dá a transferência de conhecimento para as pessoas-chave da MCF, pesquisando a literatura, levantando dados, correlacionando os dados com a teoria.

## 2 METODOLOGIA

Para atender ao objetivo desse estudo, o mesmo adotou uma abordagem mista, ou seja, qualitativa e quantitativa. Para o levantamento dos dados foi aplicado um questionário a 8 colaboradores-chaves da MCF, escolhidos pela diretoria. O questionário continha um quadro no qual, na vertical, foram apresentados 11 conhecimentos estratégicos definidos pela empresa e, na horizontal, três colunas onde o colaborador precisou responder na primeira coluna qual o seu nível de clareza para cada conhecimento estratégico, para isso, utilizou uma escala de 1 a 5, indicando (1) para “sem nenhuma informação” e (5) para, totalmente claro. Na segunda coluna, os colaboradores precisaram apontar para cada um dos 11 conhecimentos estratégicos, qual a modalidade de transferência do conhecimento foi utilizada na sua percepção, tácita, explícita ou ambas. Já

na terceira coluna, precisaram nomear quais as ferramentas que a empresa utilizou para transferir cada conhecimento. Para esse último aspecto, foi dado um conjunto de 9 ferramentas para padronizar as respostas e favorecer a tabulação dos dados. Os dados levantados passaram por um estudo estatístico que permitiu a realização de correlações e análises.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao nível de clareza e modalidade de transferências, obteve-se:

Quadro 2 – Nível de clareza

CONHECIMENTOS ESTRATÉGICO	SOMATÓRIO DO NÍVEL DE CLAREZA	MODALIDADE PREDOMINANTE PARA PASSAR O CONHECIMENTO
POLÍTICA DE TRANSFERÊNCIA DO CONHECIMENTO	21	TÁCITO
POLÍTICA COMERCIAL	23	TÁCITO
POLÍTICA DE DESENVOLVIMENTO DAS PESSOAS-CHAVE	26	TÁCITO
POLÍTICA DE COLABORAÇÃO COM OUTRAS EMPRESAS DO GRUPO	27	TÁCITO
POLÍTICA FINANCEIRA	29	TANTO TÁCITO QUANTO EXPLÍCITO
POLÍTICA RELACIONAMENTO COM FORNECEDOR	31	TÁCITO
POLÍTICA DE RELACIONAMENTO COM O CLIENTE	31	TANTO TÁCITO QUANTO EXPLÍCITO
POLÍTICA DE QUALIDADE	32	TANTO TÁCITO QUANTO EXPLÍCITO
PROCEDIMENTOS OPERATIVOS	32	TANTO TÁCITO QUANTO EXPLÍCITO
POLÍTICA GERAL DA COMPANHIA	33	TANTO TÁCITO QUANTO EXPLÍCITO
OBJETIVOS E METAS PARA SUA FUNÇÃO	34	TANTO TÁCITO QUANTO EXPLÍCITO

Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

De acordo com Gonçalves (2000) as empresas são grandes coleções de processos. Considerando que, cada um dos conhecimentos abordados são um processo em particular, pois, envolvem, pessoas, procedimentos e tecnologias, pode-se dizer que o processo - Objetivos e Metas é o mais claro para os colaboradores-chave, e o processo, Transferência do Conhecimento, o menos claro. No quadro – Modelos básicos de processo, Gonçalves (2000), estratifica as características de cada

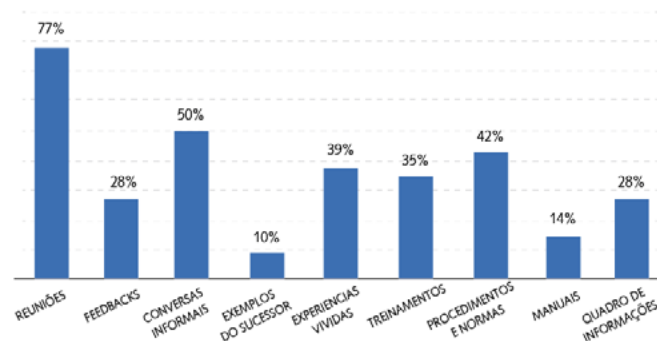
processo o que possibilita compreender porque um processo pode ter melhor nível de clareza do que outro. De acordo com as informações acima, pode-se dizer que os três conhecimentos de maior somatória – objetivos e metas para função, política geral da companhia e procedimentos operativos se enquadram no modelo de processo Fluxo de Material, portanto, mais objetivos e com fluxos definidos, o que favorece os melhores níveis de clareza. Já os conhecimentos de menor clareza, política de transferência do conhecimento e política de desenvolvimento das pessoas-chave, se enquadram no modelo de processo-Atividades Coordenadas- sem nenhum fluxo e sequência definidos, portanto, com maior dificuldade para assimilação. Nesse último modelo, são incluídos os processos de sucessão dentro das empresas, e como a sucessão está intimamente ligada à transferência do conhecimento, o fato das políticas sobre transferências do conhecimento e desenvolvimento das pessoas-chave estarem pouco claras na MCF seus processos sucessórios podem estar acontecendo com baixo nível de eficácia.

Em relação às modalidades de transferência do conhecimento o se observou é que a modalidade tácita aparece em 100% das vezes, sendo que em 5 dos conhecimentos pesquisados somente a modalidade tácita foi predominante. Considerando que a ordem dos conhecimentos permanece a mesma, mais uma vez a política de transferência de conhecimento e desenvolvimento das pessoas-chave, base do processo de sucessão, fica comprometida, pois, estão dependendo da modalidade tácita para serem transferidas.

Já em relação à análise das ferramentas utilizadas, foi possível observar que:

Gráfico 1 – Utilização de ferramentas

PERCENTUAL DE UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS PARA PASSAR O CONHECIMENTO



Fonte: Elaborada pela autora, 2016.

Os dois maiores percentuais, 77% reuniões e 50% conversas informais são ferramentas predominantemente utilizadas na modalidade tácita. Nonaka e Takeuchi (1997) em sua espiral do conhecimento, apontam a modalidade socialização como uma das formas de conversão do conhecimento. Nessa modalidade, há uma conversão de conhecimento tácito em novo conhecimento tácito e as ferramentas predominante da MCF indicam que a socialização é principal modalidade de conversão do conhecimento. Correlação estatísticas dos dados permitiram observar o seguinte cenário.

A correlação ( $r$ ) encontrada foi moderada positiva, entre o intervalo de  $0,3 \leq r < 0,7$  o que implica, que a clareza está intimamente ligada com a quantidade de ferramentas utilizadas para passar as informações. Já a partir de uma análise mais individual, conforme dados apontados abaixo, no qual foi considerado o tempo de empresa de cada sujeito o que



se observou foi o seguinte: Os 3 primeiros sujeitos com mais tempo de empresa, também já passaram por 2 ou mais sucessões e apresentaram os melhores percentuais de níveis de clareza dos conhecimentos estratégicos. Nesse aspecto, Durst *et al.*, (2012) apontam que os elementos como, formação profissional, nível de envolvimento com a empresa, experiências externas e internas vividas, qualidade do relacionamento com os agentes envolvidos e o interesse na aquisição do conhecimento, influenciam diretamente o processo de aquisição de conhecimento nas sucessões e isso, pode então, estar sendo comprovado nesses resultados.

Tabela 1 – Políticas da empresa

CONHECIMENTO	SOMATÓRIA CLAREZA	SOMATÓRIA DAS FERRAMENTAS	NÍVEL DE CORRELAÇÃO
POLÍTICA DE TRANSFERÊNCIA DO CONHECIMENTO	21	24	
POLÍTICA COMERCIAL	23	16	
POLÍTICA DE DESENVOLVIMENTO DAS PESSOAS-CHAVE	26	21	
POLÍTICA DE COLABORAÇÃO COM OUTRAS EMPRESAS DO GRUPO	27	23	
POLÍTICA FINANCEIRA	29	18	
POLÍTICA RELACIONAMENTO COM FORNECEDOR	31	21	0,62
POLÍTICA DE RELACIONAMENTO COM O CLIENTE	31	24	
POLÍTICA DE QUALIDADE	32	31	
PROCEDIMENTOS OPERATIVOS	32	37	
POLÍTICA GERAL DA COMPANHIA	33	27	
OBJETIVOS E METAS PARA SUA FUNÇÃO	34	33	

Fonte: Elaborada pela autora, 2016.

Tabela 2 – Resultados sobre predominâncias de modalidades

SUJEITO	SOMATÓRIA NÍVEL DE CLAREZA	PREDOMINÂNCIA DE MODALIDADE PARA TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO	NÚMERO DE SUCESSÕES DE CARREIRA NA EMPRESA	TEMPO DE EMPRESA	FUNÇÃO	ESCOLARIDADE
sujeito 8	50	TÁCITO E EXPLÍCITO	6	20 anos	gerente industrial	SUP. COMPLETO
sujeito 6	42	TÁCITO E EXPLÍCITO	2	12 anos	supervisor de segurança	SUP. INCOM.
sujeito 3	41	TÁCITO E EXPLÍCITO	3	19 anos	supervisor administrativo	SUP. COMPLETO
sujeito 1	40	TÁCITO E EXPLÍCITO	1	5 anos	supervisor da qualidade	SUP. COMPLETO
sujeito 5	37	TÁCITO	3	5 anos	gerente técnico	SUP. COMPLETO
sujeito 7	37	TÁCITO	1	2 anos	supervisor de logística	SUP. COMPLETO
sujeito 2	30	TÁCITO E EXPLÍCITO	3	19 anos	supervisor da automação	SUP. INCOM.
sujeito 4	30	TÁCITO	1	7 anos	supervisor comercial	SUP. COMPLETO

Fonte: Elaborada pela autora, 2016.

Além disso, o fato de os sujeitos 2,3,6 e 8 possuírem mais de 10 anos de empresa colaborou para aumentar seus níveis de clareza, pois, como também, aponta Durt (2016) ao longo do tempo, à medida que os colaboradores participam do planejamento e decisões da empresa, que tem a liberdade de agir de forma autônoma conseguem perceber com clareza a visão e missão da organização e dessa forma, dos seus conhecimentos estratégicos.

#### 4 CONCLUSÃO

Com as análises dos dados conclui-se que apesar da MCF não ter um plano sucessório estabelecido formalmente, se percebe que eles compõem os processos da empresa e que a eficácia fica na dependência do tempo de casa do colaborador-chave, já que como já foi analisado, as transferências de conhecimento são caracteristicamente tácitas, portanto, subjetivas e de difícil mensuração.

A interação face a face é a base de transferência e se comparando com interações onde são utilizados recursos escritos ou tecnológicos, pode-se dizer que a socialização é um caminho mais fácil, porém, menos tangível no processo de aquisição do conhecimento. Além disso, a socialização abre margem para entendimentos variados a respeito de um mesmo conteúdo, pois, será levado em consideração os valores e a crença que cada um leva dentro de si.

Acrescenta Boff (2001), que as empresas precisam ter mecanismos que garantam a gestão do conhecimento, entre eles, tecnologia, infraestrutura e manutenção, sendo que esse último aponta para necessidade de revisão contínua do que está sendo gerado. Com um processo apenas de socialização esses mecanismos não são utilizados.

Considerando que o mercado vem exigindo melhorias constantes nos processos, introdução de novas tecnologias e inovação nas formas de gerir os negócios, a MCF precisa buscar profissionalizar seus processos internos, explorando ao máximo as 4 formas de conversão de conhecimento proposta por Nonaka e Takeuchi (1997), pois assim, poderá garantir que o conhecimento seja retido e assimilado, como também, poderá garantir uma melhor eficácia nos seus processos de sucessão e com isso, um melhor posicionamento frente a seus clientes fornecedores.

## REFERÊNCIAS

BOFF, Luis Henrique. *Gestão do Conhecimento: O que é, para que serve?* Global Manager. Revista do Curso de Administração da Faculdade da Serra Gaúcha - Caxias do Sul- RS, ano. 1, n. 1, nov. 2001, p.7 – 18

DURST, Susanne; ZARELLI, Paula Regina; VAZ, Caroline Rodrigues; MURAN, Carla Bazzanella; SELIG, Paulo Maurício. *Gestão do conhecimento e planejamento de sucessão em indústria de alimentos no Brasil*. São Paulo, 2012. 34 p. Disponível em <<http://www.kmbrasil.com/anais/arquivos/trabalhos/10.pdf>> Acesso em 19 mai. 2016.

GONÇALVES, José Ernesto Lima. *As empresas são grandes coleções de processos*. RAE- Revista de Administração de Empresas, São Paulo. V.40, n.1, p. 6-19, jan/mar.2000. Disponível em : <<http://www.scielo.br/pdf/rae/v40n1/v40n1a02.pdf>> Acesso em 19 mai. de 2016.

DEMANTOVA, Carlos Neto; LONGO, Rose Mary Juliano. *A gestão do conhecimento e a inovação tecnológica*. Transformação, v.13, n.2, p.93-110, jul/dez. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/tinf/v13n2/07.pdf>> Acesso em 13 de abr. de 2016.

NONAKA, Ikugiro ; TAKEUCHI, Hirotaka. *Criação do Conhecimento na Empresa*. 5.ed.Rio de Janeiro: Editora Campus, 1997. 380 p.

VIEIRA, Adriane; GARCIA, Fernando Coutinho. *Gestão do conhecimento e das competências gerenciais: um estudo de caso na indústria automobilística*. RAE eletrônica, São Paulo, v.3, n.1, art.6, jan/jun.2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1676-56482004000100008&lng=en&nrm=iso&ctlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-56482004000100008&lng=en&nrm=iso&ctlng=pt)> Acesso em 13 de abr. de 2016.

SILVIA, Sérgio Luiz. *Gestão do Conhecimento: Uma revisão crítica, orientada pela abordagem da gestão do conhecimento*. Ci. Inf., Brasília, v. 33, n. 2, p. 143-151, maio/ago. 2004. Disponível : <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v33n2/a15v33n2>> Acesso em 13 de mai. de 2016

# LOGÍSTICA REVERSA: ESTUDO DE CASO SOBRE A LOGÍSTICA REVERSA DE PALETES EM EMPRESA CIMENTEIRA

Débora Cristina Toledo Torres<sup>1</sup>

Luciana Branco Penna<sup>2</sup>

## RESUMO

O mercado, cada vez mais competitivo, exige que as empresas estejam cada dia mais atentas às possibilidades de redução de custos e otimização das operações, para se colocarem à frente de seus concorrentes. A partir de uma reflexão a esse respeito, destaca-se a logística como uma das principais fontes estratégicas e, no que diz respeito, especificamente, à indústria cimenteira, a logística reversa representa uma grande oportunidade de redução de custo e de ganho na eficiência operacional. A partir do estudo da logística reversa dos paletes foi e é possível ver esta atividade como vantagem estratégica e competitiva, já que o retorno dos paletes eleva os custos do transporte do cimento. Assim sendo, o objetivo deste estudo foi propor uma redução dos custos de transporte do paleta, sem comprometer

a otimização das operações e processos da empresa H. Os métodos utilizados para alcançar tal objetivo, foram, a aplicação de pesquisas teóricas e de campo, análise dos fluxos existentes da operação, além, da utilização da pesquisa operacional e do método de localização do centro de gravidade. Os resultados da pesquisa apontaram para um novo fluxo logístico a ser adotado pela empresa em estudo, o que favoreceu um maior controle e definição da logística reversa, bem como a redução nos custos e a melhoria da eficiência operacional nas operações da empresa.

**Palavras-chave:** Logística. Redução de Custo. Otimização de Operações. Pesquisa Operacional.

<sup>1</sup> Graduada em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário de Sete Lagoas. E-mail: dede\_torres@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutora em Administração pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. E-mail: luciana.penna@unifemm.edu.br

## 1 INTRODUÇÃO

Hoje, a cadeia logística tem cada vez mais destaque dentro do cenário industrial, já que o mercado vê este setor como estratégico para as organizações tanto no âmbito operacional, quando no financeiro. Em concordância com o exposto, Ballou (2014), afirma que a logística, busca o melhor o fluxo mais simples e objetivos para os produtos e matérias primas, através de planejamento e controle, o que gera um elevado nível de serviço para fornecedores e clientes.

Dentro da logística, uma área que possui grande destaque, e em especial na indústria cimenteira, é a logística reversa, que consiste basicamente no retorno de embalagens consideradas retornáveis às unidades fabris.

Para Rogers e Tibben-Lembke<sup>3</sup> (1999 *apud* LEITE, 2009, p.16), a logística reversa é:

o processo de planejamento, implementação e controle da eficiência e custo efetivo do custo de matérias-primas, estoques em processo, produtos acabados e informações correspondentes do ponto de consumo ao ponto de origem com o propósito de recapturar o valor ou destinar à apropriada disposição.

Outro ponto relevante para o estudo foi à questão da disposição das unidades e como são realizadas as entregas do produto principal, que no caso deste estudo, foi o cimento. Essa disposição e fluxo de entregas, denomina-se logística de distribuição.

De acordo com Russo (2013, p. 208),

o sistema de distribuição depende pelo menos de quatro etapas fundamentais para o seu bom desempenho. Estoque de produtos acabados: É constituído dos produtos finais produzidos pela empresa

que serão por ela vendidos. Embalagens de proteção: além das embalagens regulares, são usadas, quando necessário, embalagens para proteger os produtos durante o transporte. Centros de distribuição: grandes armazéns são utilizados pelas empresas para centralizar a entrega e/ou o recebimento de produtos em determinada região e, depois, redistribuí-los para os destinos próximos. Sistemas de transporte: um tipo de modal transportador é escolhido para fazer o deslocamento dos produtos até o seu destino final.

Assim como a distribuição, o transporte assume papel fundamental dentro da cadeia logística. Para Ballou<sup>4</sup> (1997 *apud* RAZZOLINI, FILHO, 2012, p.68),

o transporte exerce papel fundamental no estabelecimento de um alto nível de serviço da atividade na economia e, “especificamente, um melhor sistema de transporte contribui para (1) aumentar a competição no mercado, (2) garantir a economia da escala na produção e (3) reduzir preços das mercadorias”.

Para o presente estudo, a logística reversa consiste no transporte de embalagens retornáveis para as unidades fabris, para que as mesmas retornem ao processo produtivo de paletização do cimento ensacado, que consiste no acondicionamento do cimento sobre o palete. Para Muraro *et al.*, (2006, p. 41) as embalagens retornáveis,

são definidas como aquelas que são passíveis de serem reutilizadas por várias vezes estabelecendo um fluxo de ida, na entrega dos produtos, e um fluxo de retorno, normalmente vazias para serem reutilizadas, motivo pelo qual se constitui de preocupação da logística reversa. Por outro lado, as embalagens descartáveis caracterizam-se por apresentarem somente o fluxo de ida ao mer-

<sup>3</sup> ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. Going backwards: reverse logistics trends and practices. Reno: Universidade de Nevada. 1999.

<sup>4</sup> BALLOU, Ronald H. Logistics: Importance and Some Resarch Opportunities. *Revista Gestão e Produção*, São Carlos, v. 4, n. 2, p.117-129, ago. 1997.

cado após o que serão descartadas de alguma forma, não havendo portanto o fluxo de retorno.

Assim, a partir de todo o estudo realizado acerca das atividades logísticas e a evidência da sua representatividade dentro do cenário industrial e mercadológico, fica clara a relevância de tal estudo para o setor, deixando nítido o caráter estratégico e competitivo que a logística reversa possui.

Por tais razões, o objetivo do presente estudo foi propor uma tratativa, para redução dos custos de transporte do palete, sem comprometer a otimização das operações e processos da empresa H.

## 2 METODOLOGIA

Para a operacionalização desta pesquisa foram utilizadas a análise SWOT que, conforme Diniz (2014), trata-se da análise estratégica dos ambientes interno e externo da organização. Foi utilizada ainda a matriz GUT, também chamada de matriz de decisão considerado por Seleme e Stadler (2012), como uma ferramenta que auxilia na tomada de decisão de acordo com o peso atribuído a gravidade do problema, a urgência em sua resolução e a tendência do mesmo de agravar ou não. Esta ferramenta proporciona um direcionamento assertivo, quanto às ações a serem tomadas.

Para a solução do problema tratado foi utilizado o cálculo do centro de gravidade, que, para Corrêa e Corrêa (2011), busca encontrar o melhor ponto para instalação de armazéns, ou, refletir os pontos já existentes levando em consideração as distâncias entre os pontos e os custos para o transporte de matéria prima e o produto acabado, como é o caso do objeto deste estudo. Outra forma matemática adotada para a resolução da questão tratada, foi a pesquisa operacional, que para Silva

*et al.* (2010), é um método matemático que auxilia na tomada de decisões reais. O método da pesquisa operacional utilizado para a resolução do problema, foi o simplex que, de acordo com Silva *et al.* (2010) objetiva a resolução de problema utilizando a programação linear dos mesmos, que são dispostos em forma de matriz. O simplex, fora utilizado dentro da ferramenta de resolução de problema lineares do Microsoft excel, solver. Além da utilização do método simplex, dentro do solver, a modelagem matemática desenvolvida para a resolução do problema, foi resolvida através do método de Vogel, também chamado de método das penalidades. Para Silva *et al.* (2010), este método consiste em distribuir as demandas e ofertas, através de penalidades, que são calculadas subtraindo os custos da matriz, o que possibilita encontrar as coordenadas com menor custo para o transporte. O método de Vogel, não foi calculado através de softwares ou ferramentas e sim, manualmente.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo em questão abordou duas fábricas existentes no estado de Minas Gerais, uma na cidade de Pedro Leopoldo e a outra em Barroso e dois terminais de carga localizados em São Paulo, sendo um em Santo André e outro em Ribeirão Preto. A abordagem também levou em consideração clientes da região de São Paulo Capital e do interior do estado de São Paulo.

A análise dos dados iniciou-se a partir do estudo do fluxo atual de logística reversa da empresa H. A partir de então, foram levantados os aspectos mais relevantes para o processo em questão. Os dados encontrados foram dispostos em uma análise SWOT, para que os mesmos

fossem visualizados mais claramente dentro da representatividade nos ambientes internos e externos da empresa H da seguinte maneira:

#### Forças:

- Veículos dedicados à coleta de paletes: Ter veículos dedicados a coleta de paletes aumenta o retorno de paletes para as fábricas.
- Transportadoras com frete competitivo: As transportadoras possuem frete cerca de 50% menor que o veículo dedicado, além de não ser necessário o fechamento da carga.
- Sistema que permite o rastreamento dos paletes: O sistema utilizado, SAP, permite que os paletes sejam identificados por meio das notas emitidas, o que auxilia no retorno e minimiza as perdas.

#### Fraquezas:

- Fluxo mal definido para o retorno dos paletes: A má definição deste fluxo, faz com que os custos para o retorno dos paletes seja mais elevado.
- Não utilização de ferramentas para otimizar o fluxo reverso: A não utilização de nenhuma ferramenta de gestão, torna o fluxo ineficiente e com maior custo.
- Indefinição do fluxo do cimento: A indefinição e inconsistência dos pedidos do cimento, fluxo direto, torna a logística reversa mais complicada e com custos mais altos, porque em muitas oportunidades os pedidos fracionados que deveriam sair dos terminais, são enviados pela fábrica. Como exemplo pode-se citar um pedido de 100 sacos de cimento. Nesta quantidade de sacos o pedido é considerado incompleto, saindo da fábrica de Pedro Leopoldo para um cliente em Mauá, este pedido poderia sair do terminal em Santo André, que tornaria o custo da coleta do palete menor, já um pedido de 280 sacos que consideramos completo, poderia sair de uma fábrica.

• Veículos dedicados à coleta de paletes: Como os veículos são dedicados a tal atividade, caso a carga do mesmo não seja completada, o frete deverá ser pago pela lotação do caminhão, que aumenta o custo do retorno. Assim como no ambiente interno, detalhando os pontos externos, obtivemos a análise do ambiente externo.

#### Oportunidades:

- Remodelagem do fluxo de cimento: Remodelar o fluxo do cimento, tendo uma colocação de pedidos de forma mais coerente, ou seja, pedidos colocados em concordância com a quantidade comprada pelo cliente, sendo pedidos completos saindo da fábrica e pedidos fracionados ou incompletos saindo dos terminais, isso, implica em ter um fluxo reverso mais claro.
- Remodelagem do fluxo de paletes: Rever o fluxo de paletes juntamente com o de cimento, para ampliar o retorno e buscar meios de reduzir os custos.
- Existência de ferramentas de gestão para a logística reversa: Trabalhar a gestão de logística com ferramentas de gestão, faz com que a atividade seja mais consistente, com um controle mais trabalhado, proporcionando melhores oportunidades de otimização de redução dos custos.
- Ampliar a utilização das transportadoras: Como as transportadoras trabalham com frete menor do que os dos veículos dedicados, quanto maior sua utilização, maior a economia com frete.

#### Ameaças:

- Perdas de veículos para a concorrência: Devido à concorrência não possuir veículos dedicados para coleta de paletes, ou seja, motoristas que trabalham exclusivamente para a empresa H. Estes motoristas que trabalham com a empresa são constantemente convidados a trabalhar para a concorrência.

Após a análise dos pontos levantados, eles foram julgados em uma matriz de decisão, nomeada matriz GUT (gravidade, urgência e tendência). O resultado da matriz trouxe como principais problemas a serem atacados, a falta de ferramenta para otimização do fluxo reverso e o fluxo mal definido para o retorno de paletes. A partir de então, apresentou-se uma proposta de melhoria para tais questões, baseado no cálculo do centro de gravidade, a fim de definir o melhor ponto para o retorno dos paletes, além de fundamentar-se na pesquisa operacional, através da resolução de um modelo matemático na ferramenta do solver do excel e pelo método de voguel.

Para o método do centro de gravidade chegou-se ao resultado abaixo.

**Quadro 1** – Dados para cálculo do centro de gravidade.

CUSTOS / QUANTIDADE - TRANSPORTE DE PALETE				
LOCAL	QUANT. (UN)	TRANSPORTE (\$ POR UN)	LOCALIZAÇÃO	
			HORIZONTAL	VERTICAL
Pedro Leopoldo	700	5,85	500	510
Barroso	600	6,4	500	320
Santo André	440	0	320	100
Ribeirão Preto	315	0	250	390

Fonte: Das autoras.

A localização Horizontal com resultado 500 e a localização vertical com resultado 418, culmina como melhor planta para retorno dos paletes, em Barroso.

A fim de comprovar o método supracitado e mostrar às coordenadas que proporcionam a melhor eficiência operacional e o menor custo de transporte, fora utilizada a ferramenta solver e o método de voguel, conforme descrito abaixo.

**Quadro 2** – Custos, oferta e demanda para o transporte de paletes x Custos, oferta e demanda para o transporte de paletes equalizado.

ORIGEM \ DESTINO	STA	RP	PL	BO	OFERTA
R1	0	4	5	4	440
R2	4	0	7	8	315
STA	0	3	5	4	755
RP	3	0	6	7	755
DEMANDA	755	755	700	600	755 / 1300

ORIGEM \ DESTINO	STA	RP	PL	BO	OFERTA
R1	0	4	5	4	440
R2	4	0	7	8	315
STA	0	3	5	4	755
RP	3	0	6	7	755
FIC	0	0	0	0	545
DEMANDA	755	755	700	600	1300 / 1300

Fonte: Das autoras.

É importante esclarecer que os clientes da região de São Paulo, capital, foram chamados de R1 e os clientes da região do interior de São Paulo, foram chamados de R2. Os terminais de Santo André e Ribeirão Preto, foram colocados respectivamente como STA e RP, assim como as fábricas de Pedro Leopoldo e Barroso foram colocados respectivamente como PL e BO.

Conforme pode ser observado acima, a oferta e demanda de STA e RP, é representado pelo somatório da oferta de paletes de R1 e R2, isso ocorre, devido aos terminais serem apenas pontos de transbordo, ou seja, sua oferta e demanda serão iguais à oferta dos clientes. Os pontos de transbordo são terminais de carga, armazéns ou depósitos onde

podem ser armazenados paletes e de onde também podem ser feitas entregas de produtos finais ao consumidor.

Também é possível ver a equalização do problema, que nesta configuração, torna-se um problema de transporte comum, ou seja, sem a existência do transbordo, proporcionando assim, a utilização dos métodos simplex e vogel para a solução matemática do problema.

Porém antes do início das intervenções matemáticas, fora necessário avaliar as restrições do problema, que, neste caso, são restrições nas ofertas e demandas.

Figura 1 – Relação de restrições: oferta x demanda

Oferta	Demanda
R1 = 440	STA = 755
R2 = 315	RP = 755
STA = 755	PL >= 700
RP = 755	BO >= 600
FIC = 545	

Fonte: Das autoras.

Todas as restrições colocadas para a oferta dos paletes são restrições de igualdade que significam que, todos os locais que são dados como destinos possuem capacidade de oferta igual a capacidade colocada, sendo que não poderão dispor de mais ou menos paletes, apenas a quantidade já determinada.

Nas restrições de demanda temos STA e RP com restrições de igualdade, pelo mesmo motivo supracitado e, PL e BO com restrições de mínimo, que significa, que ambas as fábricas recebem no mínimo as quantidades citadas acima, sendo que, caso sejam enviados mais paletes para as fábricas, ambas terão como receber.

Importante salientar a condição de STA e RP, pois ambos os ter-

minais recebem paletes e enviam paletes para as fábricas, fazendo com que eles estejam presentes tanto nas restrições de oferta, quanto nas de demanda.

Após a definição das restrições temos a função objetivo da modelagem matemática:  $Z = 0_{x11} + 4_{x12} + 5_{x13} + 4_{x14} + 4_{x21} + 0_{x22} + 7_{x23} + 8_{x24} + 0_{x31} + 3_{x32} + 5_{x33} + 4_{x34} + 3_{x41} + 0_{x42} + 6_{x43} + 7_{x44}$

Assim, abaixo temos a resolução do problema em questão.

Quadro 3 – Solução através do excel solver x solução através do método de vogel

ORIGEM \ DESTINO	STA	RP	PL	BO	OFERTA
R1	0	0	0	440	440
R2	0	315	0	0	315
STA	755	0	0	0	755
RP	0	440	315	0	755
FIC	0	0	385	160	545
DEMANDA	755	755	700	600	

ORIGEM \ DESTINO	STA	RP	PL	BO	OFERTA
R1				440	440
R2		315			315
STA	755				755
RP		440	315		755
FIC			385	160	545
DEMANDA	755	755	700	600	

Fonte: Das autoras.

Voltando a função objetivo determinada para o problema, temos o custo mínimo para o transporte, seguindo nas coordenadas,  $X_{14}, X_{22}, X_{31}, X_{42}, X_{44}, X_{53}, X_{54}$ .



Assim, o custo mínimo para o transporte de paletes é:  $Z = R\$ 3.650,00$  por dia.

A partir da análise de todos os dados e das tratativas propostas, temos que a unidade de Barroso é o ponto ótimo para a operação, e que, as coordenadas supracitadas, permitem a movimentação do volume diário de paletes demandados pela fábrica, com o menor custo possível considerando os fretes que estão sendo trabalhados.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da observação das fragilidades apresentadas pelo fluxo atual de logística reversa da empresa H, foi possível identificar aqueles que seriam mais relevantes e, assim propor uma tratativa baseada nas questões levantadas.

O fato de o processo não possuir controles de fluxo bem definidos e a não utilização de ferramentas de gestão pela empresa, implicavam em deficiências e não precisão na operação, o que, por consequência, amplia as possibilidades e oportunidades de elevação de custos.

Através da metodologia aplicada foi possível encontrar as coordenadas que melhor atendem a demanda da empresa H e, portanto alcançar o objetivo deste estudo de redução de custos e melhoramento da eficiência operacional. Permitiu ainda deixar margem para que o resultado encontrado seja maximizado ainda mais, com a busca de negociações de melhores fretes para o transporte dos paletes. Enfim, esse estudo trata-se de uma aplicação empírica de duas ferramentas logísticas de larga disseminação no âmbito acadêmico, servindo, pois como exemplo para docentes e para empresas de segmentos similares.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, Maria Margarida. *Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação: noções práticas*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 168 p.

BALLOU, Ronald H. *Logística Empresarial: transportes, administração de materiais, distribuição física*. São Paulo: Atlas, 2014. 388 p.

BEUREN, Ilse Maria (Org.) *Como organizar Trabalhos Monográficos em Contabilidade: teoria e prática*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2004. 195 p.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. *Administração da produção e operações: manufatura e serviços uma abordagem estratégica*. São Paulo: Atlas, 2011. 446 p.

DINIZ, André Luiz Moreno. *Estratégias de gestão e organização empresarial*. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014. 117 p.

GIL, Antônio Carlos. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.

LEITE, Paulo Roberto. *Logística Reversa: meio ambiente e competitividade*. 2. ed. São Paulo: Pearson Education Brasil, 2009. 239 p.

RAZZOLINI FILHO, Edelvino. *Transportes e modais: com suporte de Ti e SI*. Paraná: editora Intersaberes, 2012. 157 p.

REIS, Marília. *Metodologia de pesquisa*. 2. ed. Curitiba: Iesde Brasil, 2010, 178 p.

RUSSO, Clovis Pires. *Armazenagem, Controle e Distribuição*. Paraná: Intersaberes, 2013. 245 p.

SELEME, Robson; STADLER, Humberto. *Controle da qualidade: as ferramentas essenciais*. Curitiba: Intersaberes, 2012. 181 p.

SILVA, Ermes Mereiros; *et al.* *Pesquisa operacional*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010, 186 p.

VERGARA, Sylvia Constant. *Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2004. 96 p.

# MEDIÇÃO DE TEMPERATURA NO GERADOR DE USINA HIDRELÉTRICA UTILIZANDO REDE DE BRAGG EM FIBRA ÓPTICA

Brenda Alexandra Alves Pereira<sup>1</sup>

Alípio Monteiro Barbosa<sup>2</sup>

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo realizar um estudo referente às vantagens e a aplicação do sensor óptico denominado rede de Bragg em fibra óptica (FBG), para controle de temperatura no gerador de usina hidrelétrica. O sensor em fibra óptica apresenta diversas vantagens, como multiplexação, imunidade à interferência eletromagnética e a ruídos e a não obrigatoriedade do uso de alimentação elétrica para operar. Portanto, tem se tornado uma ótima alternativa para aplicação em máquinas elétricas. O sistema de monitoramento analisado foi implantado no gerador da Usina Hidrelétrica de Samuel em Porto Velho e consiste em quatro sensores FBG interligados através da fibra óptica que tem a função de conduzir as informações

ópticas ao quadro de controle do gerador até o interrogador óptico, que é responsável por realizar a leitura da medição através do deslocamento do espectro refletido pela rede de Bragg. Os sensores baseados em redes de Bragg se mostraram capazes de medir e monitorar a temperatura no gerador da usina com precisão e confiança, comprovando ser uma boa escolha para o controle de temperatura, facilitando a análise do bom funcionamento do gerador, obtendo-se uma operação otimizada, em termos de qualidade, segurança e custo de manutenção.

Palavras-chave: Fibra óptica. Rede de Bragg. Temperatura.

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia de Elétrica no Centro Universitário de Sete Lagoas. E-mail: [brenda.alvesem@yahoo.com.br](mailto:brenda.alvesem@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Minas Gerais. E-mail: [alipiomonteiro@yahoo.com.br](mailto:alipiomonteiro@yahoo.com.br)

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui um sistema elétrico de grande porte baseado na utilização de energia hidráulica. A implantação preferencial de usinas hidrelétricas se deve ao amplo potencial hidrelétrico do país e à competitividade econômica que a fonte oferece (BRASIL, 2006, p.43). As fontes alternativas são complementares à fonte hídrica, apresentam maior disponibilidade no período de seca e são despachadas com a finalidade de garantir os estoques de água nos reservatórios, proporcionando confiabilidade e segurança operativa ao sistema (ONS, 2014, p.15). De acordo com o Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico de Janeiro de 2016, as usinas hidrelétricas (UHE) são responsáveis por 65% da geração total. Dentre os componentes de uma UHE, o gerador é um dos principais e tem como finalidade a conversão de energia. A água represada pela barragem corresponde à energia potencial gravitacional, e ao passar pelos dutos com determinada velocidade é transformada em energia cinética, proveniente do movimento das pás da turbina, que por sua vez, é convertida em energia elétrica através do fluxo magnético gerado pela interação entre rotor e estator. Para que a geração de energia seja contínua, é necessário que o funcionamento das máquinas seja ininterrupto, entretanto, alguns fatores afetam a vida útil de tais equipamentos, como vibrações, ambientes corrosivos, umidade e principalmente temperatura.

Em um gerador, a temperatura deve ser constantemente monitorada, já que possui vários pontos críticos. Qualquer excesso dos valores limites pode acarretar estragos e prejuízos ao equipamento. “Esses sistemas vêm sendo pesquisados e desenvolvidos no monitoramento de estruturas, com aplicações específicas, em locais com substâncias inflamáveis, explosivas, em ambientes de alta tensão ou com alta presença

de campo magnético” (ALLIL, 2010, p.5). Há vários tipos de sensores para monitorar a temperatura do equipamento, como termopar, termistores, detector de temperatura por resistência (RTD) e em destaque, a FBG (*Fiber Bragg Grating*), redes de Bragg em fibra óptica. O tipo de sensor a ser utilizado é determinado de acordo com o tipo de máquina, classe de temperatura de isolamento e as exigências da aplicação.

O sensor FBG é utilizado para controle de deformação, pressão, ultrassom, temperatura, entre outros (JONES, 2013). No setor elétrico, essa tecnologia tem aplicação em geradores, linhas de transmissão e motores e se destaca em meio aos sensores convencionais devido a sua imunidade à interferência eletromagnética, peso e tamanho reduzido, multiplexação em comprimento de onda, entre outras. As redes de Bragg em fibra óptica apresentam um diferencial em relação aos sensores convencionais, já que possuem propriedades que os outros sensores não têm, tornando sua aplicação em máquinas elétricas uma ótima alternativa. Seu uso vem sendo cada vez mais promissor por apresentar solução para aplicação onde há restrição ou dificuldade no uso de sensores tradicionais e apresentar benefícios quanto ao desempenho e custo benefício.

Portando, o objetivo do trabalho proposto foi realizar um estudo sobre os sensores ópticos baseados em redes de Bragg, analisando sua fabricação, montagem e características de funcionamento. De forma específica objetivou-se realizar um estudo de caso sobre as vantagens e a aplicação das FBGs no setor elétrico, através do monitoramento de temperatura em diversos pontos no gerador de Usina Hidrelétrica, a fim de relacionar a alteração de temperatura com o funcionamento adequado do mesmo, utilizando sensoriamento com sensor FBG.

## 2 METODOLOGIA

A vida útil de uma máquina elétrica está relacionada ao material isolante que a compõe, tal que é afetado por fatores como vibrações, ambiente corrosivo e principalmente temperatura de trabalho do material isolante empregado na máquina. A relação entre vida útil e temperatura é referente à temperatura abaixo do limite para queima do material, que causa o envelhecimento gradativo do isolante, perdendo o poder de isolamento até não resistir à tensão aplicada e provocar um curto circuito. A vida útil de um material pode ser reduzida pela metade a cada elevação de 8 a 10°C de operação da temperatura nominal (WEG, 2013).

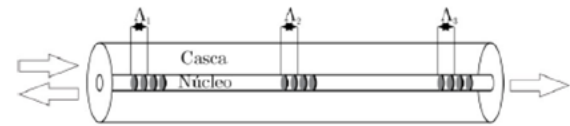
Para o monitoramento térmico, são utilizados sensores de temperatura, que são responsáveis por medir e monitorar a temperatura em vários processos, a fim de obter qualidade nos processos, maior rendimento e segurança. Normalmente são usados sensores convencionais como termoresistências, termistores, termostatos e em destaque os sensores à fibra óptica, conhecidos como FBG.

A fibra óptica é um filamento bastante flexível composto por material dielétrico, geralmente óxido de silício, no qual sinais de luz são transmitidos. Sua estrutura cilíndrica consiste em um núcleo envolto por uma casca (de material dielétrico) e uma capa protetora produzida por material polimérico que aumenta a resistência mecânica da fibra e a protege das condições climáticas do ambiente ao qual está inserida.

Segundo Silva *et al.* (2003, p.2), a rede de Bragg em fibra óptica, FBG (*Fiber Bragg Grating*), consiste em uma modulação periódica do índice de refração no núcleo de uma fibra óptica, com índice de refração efetivo denominado  $n_{\text{eff}}$  e  $\Lambda$  é a modulação do índice de refração. A rede de Bragg atua como um filtro reflexivo, ou seja, a modulação causa uma reflexão com interferência construtiva em uma banda de reflexão de comprimento de onda  $\Lambda B$ .

O comprimento de onda da Rede de Bragg sofre mudanças quando é submetida à ação de agentes externos tais como temperatura e deformação longitudinal. Devido aos efeitos termo óptico e foto elástico, o índice da sílica modifica com esses agentes, resultando no deslocamento do comprimento de onda da rede, o que é usado como parâmetro no sensor. A figura abaixo representa uma fibra óptica com três FBGs gravadas, em que cada uma possui periodicidade de modulação do índice de refração diferente, e por consequência, diferentes comprimentos de onda. A cor cinza representa a região em que a rede foi gravada, ou seja, houve variação do índice de refração do núcleo.

Figura 1 – Relação de restrições: oferta x demanda



Fonte: SILVA *et al.*, 2013.

A instalação dos sensores de rede de Bragg para medida de temperatura foi realizada na Usina Hidrelétrica de Samuel em Porto Velho, no gerador da máquina. Para a utilização dos sensores em fibra óptica, Allil e Werneck (2010), fizeram alguns experimentos e análise a fim de obter os melhores resultados para utilização e desenvolvimento desse sensor.

Inicialmente, foi feita a caracterização espectral das FBGs, a fim de analisar a reflexão da rede em função da variação de temperatura. Após a caracterização, desenvolveram um transdutor constituído por um sensor FBG, que foi acoplado em um tubo de cobre de 2mm de diâmetro. O tubo de cobre tem a finalidade de proteger a fibra e facilitar a transmissão de calor externo para o sensor, mantendo o

mesmo em contato com ambiente, onde a temperatura será medida. Os sensores foram previamente encapsulados visando a preservação das redes. O “encapsulamento da FBG foi desenvolvido para transmitir a temperatura para o elemento sensor de forma rápida e ao mesmo tempo protegê-lo de deformações mecânicas e vibração” (BORTOLLOTTI, 2013).

Após a montagem do transdutor, realizaram-se os ensaios de caracterização de todos os sensores, quando os mesmos foram submetidos a uma variação térmica entre 25°C e 95°C, utilizando banho termostático, que tem a finalidade de manter a temperatura de um sistema constante. O banho termostático é composto por um líquido, geralmente água destilada, com uma ou mais resistências elétricas, um sistema de agitação para uniformizar a temperatura do líquido e um termostato para manter a temperatura.

Por fim, os sensores foram calibrados a fim de atribuir os valores de sensibilidade para a utilização correta do interrogador óptico. A calibração consiste na análise dos dados espectrais dos sensores ao serem submetidos à temperatura de 25 °C e suas respectivas funções para obter os valores da sensibilidade.

## 2.1 A Instalação

Foram instalados quatro sensores no espaço externo ao redor do estator, atrás de cada janela de inspeção à direita de cada radiador, interligados no cabo a fibra óptica que conduz as informações ao quadro de controle do gerador até um interrogador óptico. Depois foram emendados e fixados junto ao teto do compartimento dentro das janelas de inspeção. O cabo de fibra óptica, após percorrer o estator, conduz as informações ao quadro de controle do gerador até um interroga-

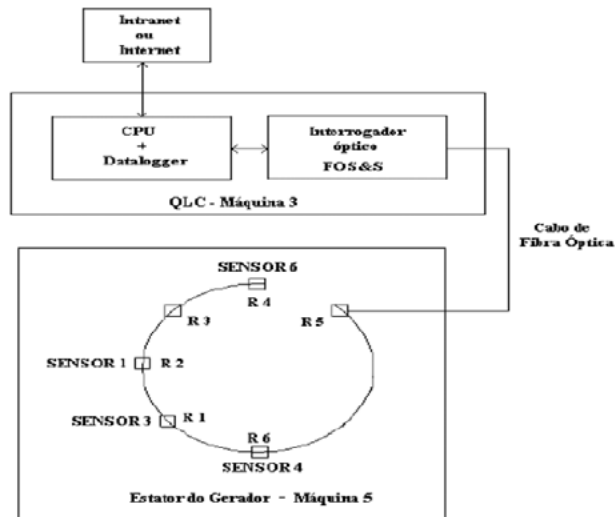
dor óptico, efetuando o monitoramento e armazenamento de sinais (WERNECK; ALLIL, 2009).

Após circular a máquina 5, o cabo de fibra óptica foi direcionado a unidade de controle do sistema de medição de temperatura em um dos racks do QLC da máquina 3, onde as temperaturas foram monitoradas e disponibilizadas na Intranet. Dessa forma, a equipe operacional tem permissão às medições de temperatura pela sala de controle ou qualquer local que tenha acesso a essa rede. Tal máquina foi escolhida por estar em um ponto estratégico para receber cabos de fibra óptica de outras máquinas quando o sistema for ampliado.

Importante ressaltar que, o sistema foi projetado para instalação de seis sensores, porém, devido ao defeito nos conectores dos sensores 2 e 5, foram instalados quatro sensores.

Após a instalação dos sensores, um micro computador e o interrogador óptico foram instalados através da outra extremidade do cabo, localizado no radiador 5, onde foi levado até o QLC da máquina 3. A função do interrogador óptico é realizar a leitura e a demodulação do sinal através do deslocamento do espectro refletido pela rede de Bragg, devido à variação de temperatura. A figura abaixo mostra o sistema com a localização de cada equipamento e cada sensor em relação aos radiadores.

Figura 2 – Sistema completo e localização dos sensores



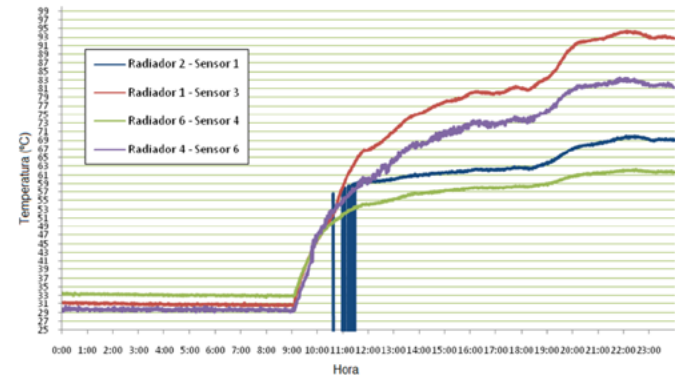
Fonte: SILVA *et al.*, 2013.

Um sinal proveniente do sistema de interrogação é enviado ao sensor e retorna outro sinal com a informação da respectiva grandeza a ser medida. O sistema de interrogação faz a modulação da leitura do espectro de reflexão dos sensores e reconhece cada um deles, individualmente, já que estão codificados por comprimento de onda. A CPU tem um conjunto de softwares capazes de adquirir, monitorar e gerenciar o armazenamento de dados e processá-los.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após toda instalação, o sistema entrou em operação e se iniciou o monitoramento de temperatura do gerador. O sistema que estava inicialmente em repouso foi colocado em operação e então a temperatura começou a aumentar, conforme apresentado no gráfico da FIG. 3. A máquina entrou em operação às 9 horas, conforme eixo x da FIG. 3, onde nota-se o início do aumento de temperatura. Então, às 19h há uma atenuação da temperatura, instante no qual o gerador foi interligado à rede.

Figura 3 – Monitoramento de temperatura com o gerador em operação



Fonte: ALLIL, 2010.

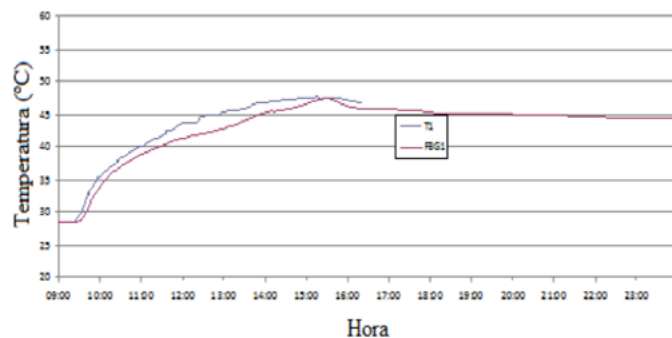
É notável a diferença de temperatura entre os radiadores, isso ocorre, pois a água que refrigera os radiadores, passa no radiador 6, depois no 2, em seguida no radiador 4 e por fim no 1. Dessa forma, o duto de água perde pressão e faz água circular com uma velocidade menor em cada radiador, a temperatura do ar aumenta e como consequência o resfriamento é menor.

mento do radiador diminui (WERNECK, ALLIL, 2009). Outro motivo pelo qual as temperaturas são distintas no gerador é o fato dele não ter sido construído totalmente com o mesmo material, além de possuir elevado campo magnético em diferentes pontos que circulam o estator, provocando essa diferença de temperatura entre os pontos.

Os radiadores que apresentaram temperatura mais elevada foram o 1 e o 4, com os sensores 3 e 6 acoplados, respectivamente. Antes da interligação, o sensor 3 obteve uma variação de temperatura de 31 °C a 85 °C, aproximadamente, e o sensor 6 variou entre 29 °C e 76 °C. Após a interligação a temperatura subiu para 95 °C e 85 °C, respectivamente.

Os gráficos abaixo se referem à comparação do controle de temperatura dos sensores FBG 1 e 4 e o sensor convencional, o termopar.

Figura 4 – Comparativo da temperatura entre FBG e termopar no sensor 1



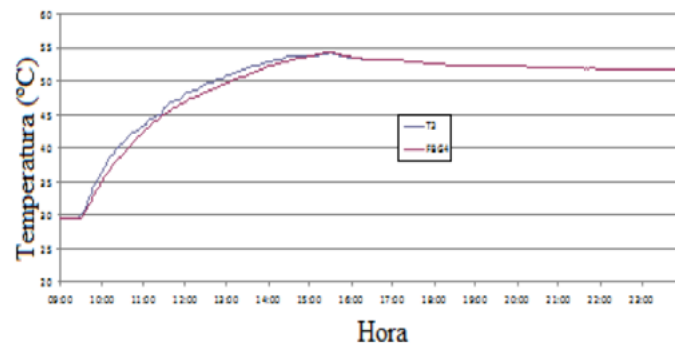
Fonte: ALLIL, 2010.

Pode-se observar que o sensor FBG realiza a medição de temperatura com eficiência quando comparado ao termopar. Mas, nesse caso,

ainda não é possível analisar melhorias em questão de rapidez de medição.

Outro ponto que pode ser verificado é relacionado à estabilidade do sensor. Através dos gráficos é possível notar que o sensor FBG realiza medições mais estáveis que o sensor termopar, ou seja, o termopar tem mais variações que o FBG, ainda que pequenas.

Figura 5 – Comparativo da temperatura entre FBG e termopar no sensor 4

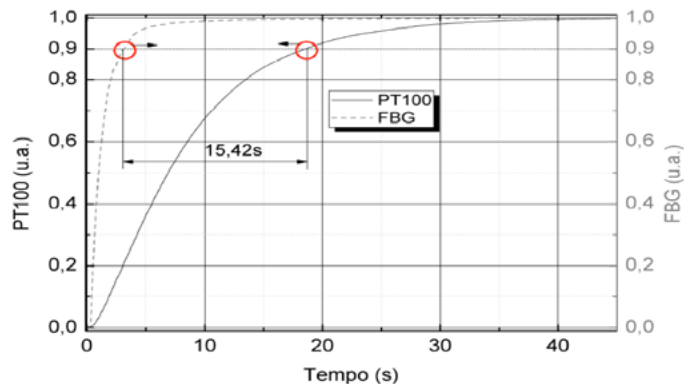


Fonte: ALLIL, 2010.

A FIG. 6 é a representação de uma medição, realizada por Bor-tolotti (2013), em um ensaio de resposta dos sensores, utilizando um sensor FBG e um PT-100Ω.



Figura 6 – Tempo de resposta dos sensores FBG e PT-100Ω.



Fonte: BORTOLOTTI, 2013.

Quando os mesmos foram submetidos a um degrau de temperatura de 10 °C, o sensor FBG obteve tempo de resposta mais rápido que o sensor convencional utilizado, o PT-100Ω. Tiveram uma diferença de tempo de resposta de 15,42 segundos para atingir 90% da temperatura, o sensor FBG atingiu a temperatura com aproximadamente 3,09 segundos enquanto o PT-100Ω atingiu a mesma temperatura com 18,51 segundos (BORTOLOTTI, 2013).

Dessa forma, demonstrou-se que quando comparado ao PT-100Ω, o FBG apresenta tempo de resposta mais vantajoso, já que o sistema elétrico opera com variações rápidas e por isso, requer equipamentos com rápido tempo de resposta.

## 4 CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou um estudo relacionado à utilização do sensor de rede de Bragg em fibra óptica, conhecido com FBG, para sensoriamento de temperatura em gerador de usina hidrelétrica.

Através dos gráficos analisados na comparação entre FBG e termopar, a velocidade da medição foi basicamente a mesma, mas o sensor FBG se mostrou mais eficiente quanto à precisão da medição, já que apresentou menos variações que o termopar. Quando comparado à curva do experimento com o PT-100Ω, foi possível comprovar que o FBG apresentou tempo de resposta altamente mais rápido que o outro sensor, mostrando-se a melhor alternativa.

Portanto, pôde-se concluir, através de toda análise realizada e das comparações entre os sensores, que os FBG foram capazes de medir e monitorar a temperatura no gerador com precisão, confiança e agilidade, comprovando ser uma ótima alternativa para controle e monitoramento de temperatura na usina hidrelétrica.

O uso desses sensores auxilia na análise do comportamento e funcionamento normal do gerador, permitindo o monitoramento contínuo e a programação de manutenções preventivas, de acordo com a variação térmica na máquina, dessa maneira, a taxa de falhas é reduzida, bem como os custos com manutenção. Obtendo assim, uma operação mais segura, confiável e com qualidade.

## REFERÊNCIAS

ALLIL, Regina Célia da Silva Barros. *Sensores a fibra óptica com tecnologia FBG para medida de temperatura e alta tensão*. 2010. 140p. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2010.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. *Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico*. Janeiro 2016. Brasília: MME, 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Caderno setorial de recursos hídricos: geração de energia hidrelétrica*. 2.ed. Brasília: MMA, 2006. 112p.

BORTOLOTTI, Fernando. *Estudo térmico da excitatriz estática do gerador da usina hidrelétrica derivação do rio Jordão usando sensores a fibra óptica*. 2013. 84p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR, 2013.

JONES, Eric Albert Ivor. *Medição multiponto de temperatura utilizando fibras ópticas com redes de Bragg com acesso remoto via web*. 2013. 41p. Monografia (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2013.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. *Plano da Operação Energética 2014/2018 – PEN 2014*. Rio de Janeiro: ONS, 2014.

SILVA, Erlon Vagner *et al.* *Medição de Temperatura do Estator, Radiador e Mancal de um Gerador de Potência de 182 MW Utilizando Sensores a Fibra Óptica*. Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica CITENEL e III Seminário de Eficiência Energética no Setor Elétrico – SEENEL, Rio de Janeiro, p.1-9, 2013.

SILVA, C. C. da; MARTELLI C.; DIESEL, B. W.; FABRIS, J. L.; KALINOWSKI, H. J.; GOOTHOFF, N.; CANNING, J. *Termômetro de Alta Temperatura (0-400 °C) baseado em redes de Bragg em fibra óptica para aplicação no setor de petróleo. III Seminário Nacional de Controle e Automação: Industrial, elétrico e telecomunicações*, Salvador, p. 187-192, 2003.

WERNECK, Marcelo M.; ALLIL, Regina C. S. B. *Sensores ópticos baseados em redes de Bragg para monitoramento de temperatura de geradores de potência em UHE. XX SNPTEE – Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica*, Recife, 2009.

# MELHORIA NO SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO DE UM GRUPO MOTOR GERADOR

Diego de Almeida Maia<sup>1</sup>

Robson Carlos Nogueira<sup>2</sup>

## RESUMO

Com a evolução da tecnologia e o aumento da complexidade e diversidade dos equipamentos existentes em uma empresa, torna-se cada vez mais evidente a necessidade de implantação e aprimoramento de sistemas de planejamento e controle de manutenção que sejam eficientes e viáveis. Trata-se da gestão estratégica da manutenção de um ativo que envolve o conhecimento integrado de vários profissionais que decidem quando, onde e por que aplicar cada tipo de manutenção de forma a atingir as metas estabelecidas. Este trabalho propôs uma abordagem voltada para a avaliação e desenvolvimento de uma gestão eficaz da manutenção de um grupo gerador com foco na melhoria contínua. Para isso foram coletadas informações seguindo uma sequência lógica de procedimentos e ações que permitiu avaliar o sistema de planejamento e controle de manutenção do equipamento. Foram aplicadas ferramentas de análise e gestão da manutenção que retornaram resultados satisfatórios, pois além de melhorar a gestão promoveram economia no processo.

Palavras-chave: Manutenção. Planejamento. Controle. Metas. Gestão.

## 1 INTRODUÇÃO

As transformações no mercado globalizado não param, fazendo com que as organizações tenham que se adaptar, em curto espaço de tempo, a um novo cenário para que seja possível competir no mundo corporativo. Com isso, as empresas são desafiadas a se reorganizarem através de planos de cunho estratégico, tático ou operacional que proporcionem um fortalecimento de suas áreas. Uma área de extrema importância nesse cenário é a manutenção, que busca por resultados que visem atender às novas exigências de disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos. Baseadas neste cenário, as técnicas de organização, planejamento e controle sofreram uma tremenda evolução. Atualmente as empresas que se encontram neste cenário em constante evolução tem ciência que necessitam adotar estratégias de desenvolvimento de sua área de manutenção com vistas a permanecerem fortes e competitivas no mercado.

A manutenção é definida por Brito (2005), sendo um conjunto de ações que tem por objetivo manter o estado de funcionamento original de um equipamento. Sendo definida também como atuações que visam à garantia e o bom funcionamento dos equipamentos, por meio

<sup>1</sup> Graduado em Engenharia de Produção Mecânica pelo Centro Universitário de Sete Lagoas – UNIFEMM. E-mail: diego.a.maia@hotmail.com

<sup>2</sup> Professor Orientador do Centro Universitário de Sete Lagoas – UNIFEMM. E-mail robson.nogueira@unifemm.edu.br

de intervenções cabíveis e válidas, para que estes equipamentos não sofram avarias ou tenham seu rendimento reduzido e, na ocorrência de tal fato, que os reparos sejam efetuados de maneira controlada e a um custo previsto. Pode-se dizer que a manutenção de um bem são todas as ações realizadas durante toda vida útil do equipamento para manter ou reparar a operacionalidade visando com segurança a qualidade, custo, confiabilidade e garantia da disponibilidade.

O conceito de confiabilidade na manutenção vem sendo desenvolvido desde a década de 50 quando começou a ser utilizado para analisar falhas que ocorriam em equipamentos eletrônicos utilizados pelos militares nos Estados Unidos. Um grupo para estudo e desenvolvimento de um programa de confiabilidade foi formado em 1960 para subsidiar a indústria aeronáutica e chegou à conclusão que se não existir um caráter predominante e peculiar de falha, revisões programadas causariam um impacto muito pequeno nos níveis de confiabilidade. Constatou-se também que a prática das preventivas, em vários componentes, não atinge resultados satisfatórios. (KARDEC e NASCIF, 2009)

Atualmente a visão que se tem da manutenção é que ela existe para que não haja manutenção corretiva não planejada. Se analisarmos mais a fundo, observamos que o trabalho da manutenção tem se enobrecido e, para prevenção das falhas, é preciso uma maior qualificação e preparo dos colaboradores da área. Vale ressaltar que o objetivo é prevenir e não corrigir. Nesse contexto, a cada dia tem aumentado a relação de parceria entre as empresas e as demais contratadas no ramo de manutenção. Com isso surge uma estratégia baseada em contratos de confiabilidade e disponibilidade; a lucratividade aumenta à medida que se constata uma melhoria na disponibilidade e confiabilidade. Sendo assim não se remunera os serviços, mas sim as soluções. Essa mudança na estratégia da manutenção tem relação direta com os resultados empresariais. (KARDEC e NASCIF, 2009)

O planejamento e controle de manutenção - PCM desempenha um papel estratégico, através da gestão das informações e análise de resultados e serve como uma ferramenta indispensável aos gestores no que diz respeito à tomada de decisão, sendo amplamente recomendado como suporte a área de manutenção e demais áreas de uma empresa, principalmente a de produção (no caso de empresas de processo ou serviço).

O PCM pode ser definido como o conjunto de ações para preparar, programar, verificar o resultado da execução das tarefas de manutenção contra valores preestabelecidos e adotar medidas de correção de desvios para a consecução dos objetivos e da missão da empresa (CARVALHO *et al.* 2009).

Diante disso, este trabalho propõe uma avaliação do sistema de planejamento e controle de manutenção do equipamento grupo motor gerador, visando à proposição de melhorias na estrutura de controle da manutenção, proporcionando a disponibilidade de dados confiáveis para a gestão da manutenção.

## 2 METODOLOGIA

As informações referentes às manutenções do grupo motor gerador – GMG foram coletadas seguindo uma sequência lógica de procedimentos, com o objetivo de estruturar um fluxo de ações que permitisse avaliar o sistema de planejamento e controle de manutenção.

Foi realizada no mês de junho de dois mil e dezesseis, uma reunião com os responsáveis pela manutenção e controle do equipamento com o objetivo de expor as finalidades da pesquisa e obter informações a respeito dos recursos a serem disponibilizados pela empresa para coleta dos dados.

A partir da reunião com os responsáveis pelo GMG, e visando à

interação mais direta com os colaboradores que fazem parte do planejamento, controle e manutenções no equipamento, foram feitas entrevistas informais e individuais com os mantenedores do equipamento. O objetivo básico das entrevistas foi coletar informações acerca das rotinas existentes no processo de manutenção. De posse de todas as informações coletadas nas entrevistas consideradas relevantes e necessárias para atingir os objetivos da pesquisa, foi desenvolvido um questionário estruturado com perguntas voltadas à realidade do setor de manutenção. Após o desenvolvimento do questionário, passou-se à fase de aplicação dos mesmos. Foi utilizado um sistema *on-line* para disponibilizar o questionário a oito participantes e para receber as contribuições de cada um. A comunicação entre o pesquisador e os participantes para sanar as dúvidas foi feita através de e-mails, telefonemas e visitas.

Foi realizada ainda uma análise documental do equipamento onde se verificou a Instrução Técnica de Manutenção – ITM com o objetivo de identificar os procedimentos pré-estabelecidos para execução das manutenções, bem como a periodicidade das intervenções realizadas. Os dados referentes ao histórico das manutenções foram coletados através das Ordens de Serviço que são preenchidas pelos executantes da atividade e também do mapa de 52 semanas utilizado pela manutenção.

A ferramenta de Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos – FMEA foi utilizada com o objetivo de suprir a necessidade de identificar os modos de falha do equipamento, suas causas e consequências, pois o emprego desta ferramenta permite reconhecer o potencial das possíveis avarias do equipamento, e avaliar suas consequências. Essa necessidade foi identificada através dos resultados obtidos com o questionário. As avarias foram hierarquizadas, através da determinação do Número de Prioridade do Risco – NPR de cada uma, e as que ofereceram maior índice de risco entraram em um plano de ação específico para correção e/ou controle. No GMG foi analisado o motor, alterna-

dor, disjuntor de saída de proteção do alternador, sistema de refrigeração do motor, bateria e quadro de comando. A FMEA foi preenchida em um formulário de maneira ordenada respeitando as fases das várias etapas de desenvolvimento, de maneira a reunir toda a informação.

Para composição do número de prioridade de risco – NPR foram utilizadas as classificações e pesos conforme recomendações feitas por Kardec e Nascif (2009). Considerando os critérios expostos nos quais o NPR acima de 100 é avaliado como alto, foi estabelecida pela equipe avaliadora uma meta para o número de prioridade de risco em que o mesmo deve ser menor ou igual a 100 sendo que, para os valores maiores que 100 foram adotadas ações corretivas com o objetivo de minimizar o NPR mantendo-o dentro da meta.

De acordo com Matos (2009), uma vez obtidos os índices de frequência e gravidade da ocorrência é possível ponderar a criticidade do risco de cada modo de avaria através de uma matriz de risco. Quando o risco é irrelevante, os procedimentos de redução de risco não são necessários, uma vez que o risco nesse caso é considerado aceitável. Nas ocorrências em que o risco se apresenta acima do irrelevante, mas ainda é admissível a convivência com o mesmo devido aos benefícios atribuídos ou à inviabilidade de reduzi-lo, é possível considerá-lo como tolerável ou indesejável. A diferença entre risco tolerável e risco indesejável fundamenta-se no fato de o primeiro ser aceitável, mas com oportunidades de melhoria enquanto o segundo representa um risco inaceitável, mas as medidas adicionais ainda não são imprescindíveis, somente recomendadas.

Caso o modo de avaria receba uma classificação de gravidade e ocorrência que o coloque na parte superior da matriz, que corresponde à área de risco intolerável, é obrigatório e imprescindível adotar medidas adicionais, pois as chances de uma possível indisponibilidade do equipamento são altas (MATOS, 2009).

A Matriz de Risco proposta categoriza o risco em quatro diferentes áreas, sendo elas a aceitável representada na cor verde, tolerável representada em amarelo, indesejável na cor laranja e intolerável na cor vermelha. Com o objetivo de avaliar e encontrar a causa raiz dos problemas identificados através da FMEA foi utilizado o Método 5 Porquês. “Esta técnica tem por premissa que após perguntar cinco vezes o porquê de um problema estar acontecendo, sempre se referindo à resposta anterior, será determinada a causa raiz do problema”. (SIMEI, 2010, p.54)

Com o objetivo de analisar a causa raiz obtida com a ferramenta dos 5 porquês foi empregada a técnica de análise da causa raiz de falha RCFA que de acordo com Kardec e Nascif (2009), é um método organizado, originado dos “5 porquês” capaz de identificar causas de problemas e determinar ações para prevenir reincidências, sendo um exercício de investigação bastante rigoroso, mas de fácil aplicação quando comparado a outros métodos de análise de falhas. As análises de RCFA servem de apoio a decisões futuras de melhoria e devem ser documentadas e arquivadas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos oito questionários disponibilizados, seis foram respondidos, o que representa uma participação de 75% dos colaboradores que interagem diretamente com o equipamento e por essa razão foram selecionados para a pesquisa. Os 25% restantes não responderam ao questionário por estarem afastados da empresa por motivo de férias, no entanto os questionários respondidos, ofereceram informações detalhadas que contribuíram para um resultado de pesquisa satisfatório.


Através dos dados obtidos com o questionário foi possível observar que a empresa concentra suas ações em manutenção preventiva e

corretiva planejada, observa-se também que somente 50% dos participantes apontaram a manutenção preditiva como uma prática adotada. Outro dado importante está nos 83,3% que apontaram a manutenção corretiva não planejada como prática adotada.

Considerando às ferramentas de qualidade empregadas, comprovou-se a utilização de indicadores de manutenção como ferramenta da qualidade e uma pequena parcela 16,7% referente a manutenção centrada em confiabilidade. Pôde-se verificar também que ferramentas de fácil utilização para análise e registro de falhas como a FMEA (Análise do tipo e efeito de Falha) e RCFA (análise da causa raiz da falha) não eram empregadas no processo de planejamento e controle do GMG. Apesar de se adotar mecanismos para diagnosticar a causa das principais falhas e de se manter algum registro das mesmas, os métodos utilizados pelo PCM não conseguiam diagnosticar com precisão a causa raiz da falha ou ela é ignorada, dados que deixam evidente a necessidade de se implantar as ferramentas de análise e registro de falhas FMEA e RCFA.

Analizados os dados referentes ao histórico das manutenções preventivas e corretivas ficou evidente que as manutenções preventivas no equipamento sofreram interrupção por um período de cinco meses. Tal interrupção ocorreu devido a uma falha no GMG no qual o relatório de parada demonstrou que o equipamento ficou indisponível por 3505 horas, porém o documento não relatava os motivos da parada. Através da ferramenta FMEA foram expostos os modos de avaria do motor do grupo gerador considerado o mais crítico do subsistema. Na FIG.1 estão expostos os modos de avaria do componente motor:

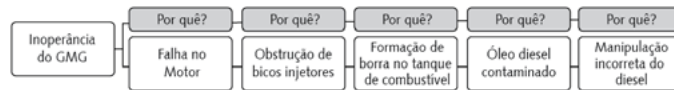
Figura 1 – FMEA Inicial do Grupo Motor Gerador

			FMEA - ANÁLISE DO MODO E EFEITO DA FALHA				Revisão	Data	Motivo						
			<input checked="" type="checkbox"/> Manutenção	<input type="checkbox"/> Operação	<input type="checkbox"/> Sistemas		00	04/07/2016	Elaboração inicial.						
Código do Equipamento: GG600001SE			Denominação: GMG		Área/Processo: Manutenção	Função do equipamento: geração de energia									
Item	Componente/Processo	Função	Possíveis Falhas			Controles Atuais	Índices Atuais			Ações Corretivas para NPR > 100		Índices Melhorados			
			Modo	Efeito	Causas		F	G	D	NPR	Recomendada	Adotada	F	G	D
01	Motor	Arranque do gerador/ Fornecimento de torque	Arranca mas para inoportunamente	Potencial parada do grupo gerador	Sobrecarga no motor/ Temperatura elevada / Baixa Pressão do óleo/ Líquido de refrigeração baixo/ Combustível inadequado ou em má condição	Inspeções, Manutenções programadas	7	9	4	252	Reduzir o tempo que o diesel fica armazenado no tanque do GMG				
			Não arranca	O Grupo Gerador não arranca	Obstrução do filtro de ar /Falta de combustível - Obstrução do radiador / Parada de emergência pressionada / Obstrução do filtro de ar	Inspeções, Manutenções programadas	2	4	3	24	Manter ações de monitoramento e prevenção existentes				
			Superaquecimento	Possível parada do grupo gerador	Motor sobrecarregado / Temperatura elevada / Pressão do óleo elevada / Obstrução do radiador	Inspeções, Manutenções programadas	2	3	4	24	Manter ações de monitoramento e prevenção existentes				

Fonte: Dos autores a partir de dados extraídos de Infraero, 2016.

Ao analisar os Números de Prioridade do Risco – NPR dos modos de falha do Motor, percebe-se que este componente representa um NPR no valor de 252 considerado muito alto, e ao se aplicar a matriz de risco foi considerado intolerável (cor vermelha) necessitando de adoção de medidas imediatas para minimizar o risco. O produto dos demais índices de frequência, gravidade e detectabilidade indicam que os componentes apresentam níveis toleráveis (cor amarela), necessitando apenas da manutenção das ações de monitoramento e prevenção existentes. O método dos 5 porquês apontou a manipulação incorreta do diesel como fator principal para a inoperância do GMG conforme demonstrado na FIG. 2.

Figura 1 – FMEA Inicial do Grupo Motor Gerador



Fonte: Dos autores.

A ferramenta de análise da causa raiz de falha - RCFA implantada explanou de forma detalhada informações referentes ao equipamento, causa raiz da falha e ações adotadas para solucionar o problema. Percebeu-se que o custo total da falha foi de R\$ 13.000,00, valor bastante significativo se comparado com o custo da melhoria que foi de R\$ 1.970,00 e representa apenas 15,1% do custo da falha. A RCFA servirá de apoio a decisões futuras de melhoria do equipamento e deve ser arquivada como registro da falha ocorrida. Após a implantação das ferramentas para avaliação do PCM e melhorias propostas foi realizada uma revisão no FMEA inicial com vistas a comprovar a eficácia das ações. A FIG. 3 representa a análise do modo e efeito da falha após as melhorias implantadas:



Figura 3 – FMEA após Implantação da Melhoria Proposta

			FMEA - ANÁLISE DO MODO E EFEITO DA FALHA				Revisão		Data		Motivo						
			<input checked="" type="checkbox"/> <b>Manutenção</b>		<input type="checkbox"/> <b>Operação</b>		<input type="checkbox"/> <b>Sistemas</b>		00	04/07/2016	Elaboração inicial.						
									01	20/09/2016	Revisão						
									02								
Código do Equipamento: GG600001SE			Denominação: GMG		Área/Processo: Manutenção		Função do equipamento: geração de energia										
Item	Componente/Processo	Função	Possíveis Falhas			Controles Atuais	Índices Atuais			Ações Corretivas para NPR > 100				Índices Melhorados			
			Modo	Efeito	Causas		F	G	D	NPR	Recomendada	Adotada	F	G	D	NPR	
01	Motor	Arranque do gerador/ Fornecimento de torque	Arranca mas para inoportunamente	Potencial parada do grupo gerador	Sobrecarga no motor/ Temperatura elevada / Baixa Pressão do óleo/ Líquido de refrigeração baixo/ Combustível inadequado ou em má condição	Inspeções, Manutenções programadas	7	9	4	252	Reduzir o tempo que o diesel fica armazenado no tanque do GMG	Compra de bomba para transferência do combustível para ser utilizado em veículos da empresa	2	4	4	32	
			Não arranca	O Grupo Gerador não arranca	Obstrução do filtro de ar / Falta de combustível - Obstrução do radiador / Parada de emergência pressionada / Obstrução do filtro de ar	Inspeções, Manutenções programadas	2	4	3	24	Manter ações de monitoramento e prevenção existentes	Ações Existentes	2	4	3	24	
			Superaquecimento	Possível parada do grupo gerador	Motor sobrecarregado / Temperatura elevada / Pressão do óleo elevada / Obstrução do radiador	Inspeções, Manutenções programadas	2	3	4	24	Manter ações de monitoramento e prevenção existentes	Ações Existentes	2	3	4	24	

Fonte: Dos autores a partir de dados extraídos de Infraero, 2016.

Como se pode constatar a partir da figura 3, os modos de falha do componente motor apresentam uma redução de 87,3% no número de prioridade do risco caindo de 252 para 32 ficando o NPR abaixo do limite aceitável que é 100. É de notar que, na análise da matriz de risco o produto dos índices de frequência, gravidade e detectabilidade indicam que o componente apresenta agora níveis toleráveis (cor amarela), necessitando apenas da manutenção das ações de monitoramento e prevenção.

#### 4 CONCLUSÃO

É fato que devido às inúmeras variáveis relacionadas ao processo não se pode estabelecer um modelo único de gerenciamento estratégico da função manutenção. A aplicação das ferramentas FMEA, Método dos 5 porquês e RFCA proporcionou corrigir alguns erros no processo e elucidar de forma detalhada informações referentes ao equipamento, causa raiz da falha e ações adotadas para solucionar o problema. Vale ressaltar o estudo feito em uma falha do equipamento que incorreu em um custo total de R\$ 13.000,00, valor bastante significativo se comparado com o custo da melhoria proposta e implantada que foi de R\$ 1.970,00 e representa apenas 15,1% do custo da falha. Outro ponto que deve ser ressaltado diz respeito aos modos de falha do componente motor que apresentaram uma redução de 87,3% no número de prioridade do risco caindo de 252, índice considerado como intolerável na matriz de risco para 32, que na análise da matriz de risco indicou nível tolerável.

Considera-se, portanto, que os objetivos definidos para este trabalho foram atingidos e embora não se tenha um único caminho ou metodologia ideal para o gerenciamento do PCM, existem práticas e técnicas que se aplicadas corretamente, irão garantir excelentes resultados.

#### REFERÊNCIAS

- BRITO, J.N., Lima, P.F. *SIGM – Sistema de informação e gestão da manutenção* – Anais do XII Seminário Brasileiro de Planejamento e Informatização da Manutenção, São Paulo, SP, 2005.
- CARVALHO, André M., GOMES, Geraldo M., BORGES, Marcio de C., FERREIRA JÚNIOR, Nilton B. *Implantação de Sistema Informatizado para Planejamento e Controle da Manutenção* – Empresa Vileflex. 2009. 91 f. Monografia (Graduação em Tecnologia em Manutenção Industrial) – Universidade Vale do Rio Doce – Univale, Governador Valadares, MG, 2009.
- KARDEC, Alan, Nascif, Júlio de A. *Manutenção: função estratégica*. 3. ed. Ver. e ampl. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras, 2009.
- MATOS, Maria L.S.A.V. *Análise dos Modos de Avaria de um Sistema de Alimentação de Emergência para um Centro de Informática*. 2009. 78 f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – FEUP, Porto, Portugal, 2009.
- SIMEI, Luís Carlos. *Ferramentas da qualidade aplicadas no setor de manutenção industrial em indústrias de manufatura seriada: uma abordagem no cenário do TQC (Total Quality Control)*, 2010. 69 p. Monografia (MBA em Qualidade e Produtividade) – UNINOVE – Universidade Nove de Julho. São Paulo, 2010.

# PPAP – PROCESSO DE APROVAÇÃO DA PEÇA DE PRODUÇÃO: A APLICAÇÃO NAS FASES DE DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO

Lorena Carvalho Ferreira<sup>1</sup>

Fabio Coelho Pinheiro<sup>2</sup>

## RESUMO

Uma grande parte das empresas que sobrevivem em um mercado altamente exigente está sempre em busca de novos meios de agir para se diferenciarem das demais. Hoje, as empresas têm como objetivo se tonarem cada vez mais competitivas em preço, qualidade e excelência em seus processos. O processo de desenvolvimento de produto ganhou destaque nas últimas décadas e tornou-se extremamente importante para as organizações que procuram melhorias estratégicas e ampliação da sua cartela de clientes. Em busca disso, a indústria automobilística foi trilhando seus caminhos, buscando sempre a melhoria contínua de seus processos, tornando-os cada vez mais robustos com a finalidade de aumentar seu campo de atuação e maior rentabilidade para seus acionistas. Diante disso, um estudo de desenvolvimento e implantação de novos produtos tem objetivos práticos na medida em que avalia como uma empresa pode criar um novo produto e colocá-lo para ser produzido em seu chão de fábrica sem que ocorram imprevistos, pe-

quenas ou grandes mudanças de layout como custo do projeto definido e controlado, gerando, assim, menores desvios negativos para ambos os favorecidos, clientes e fornecedores. Para alcançar esse propósito, este trabalho apresentou todas as etapas de desenvolvimento de um produto, demonstrando toda a sistemática que foi utilizada pela Sodecia Minas Gerais, que possui um processo de desenvolvimento robusto baseado no Manual APQP – AIAG (IQA) 2 ed. A partir deste trabalho, foi aprimorado o conhecimento do autor nas ferramentas de monitoramento de processo produtivo levando em consideração a ferramenta gerencial específica para o desenvolvimento de produtos de empresas do ramo automobilístico que têm como objetivo garantir atendimento aos requisitos do cliente em prazo, qualidade e custos.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento de novos produtos. APQP. Fases do APQP. Validação do produto.

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia de Produção pela UNIFEMM. E-mail: lorena-ferreira@msn.com

<sup>2</sup> Mestre em Administração de Empresas pela Fundação Pedro Leopoldo. E-mail: fabiocp@ymail.com

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria automobilística é um exemplo de organização que se transformou para acompanhar as mudanças e exigências econômicas do mercado mundial, que é cada vez mais competitivo. Essas mudanças levam à necessidade de buscar novos investimentos para modernizar o parque industrial e novas exigências dos clientes quanto à qualidade dos produtos desenvolvidos e ou modificados.

A eficiência e a eficácia do desenvolvimento de produtos dependem do gerenciamento do processo de DNP (Desenvolvimentos de Novos Produtos), e um fator de diferenciação das empresas com excelência em desenvolvimento de produtos é a existência de um modelo para que esse processo possa auxiliar na sua gestão.

Existe uma visão específica sobre o desenvolvimento de produto e a gestão do planejamento de DNP para cada segmento da indústria é reconhecida por influenciar diretamente na competitividade das empresas. Uma gestão do processo de desenvolvimento bem-sucedida pode contribuir para a redução de custos, melhoria na qualidade do produto, ampliação de mercado, além de atrair novos clientes.

Para Kerzner (2006, p.102),

não se admite minimizar a importância de uma boa metodologia para implantar novos produtos. Além de melhorar o desempenho durante a execução do projeto, ela criará, igualmente, as condições para aumentar a confiança dos clientes e, assim, aperfeiçoar o relacionamento com eles. Criar uma metodologia funcional de gestão de projetos não é uma tarefa simples. Um dos maiores equívocos que alguém pode cometer é desenvolver uma metodologia diferente para cada tipo de projeto. Outro seria não conseguir integrar a metodologia e as ferramentas da gestão de projeto sem um proces-

so unificado. Quando as organizações desenvolvem metodologias e ferramentas de gestão de projetos que se completam e se complementam, surgem dois benefícios. Em primeiro lugar, o trabalho passa a fluir com menor número de mudanças de objetivos. Em segundo lugar, os processos são planejados para criar o mínimo possível de distúrbios nas atividades operacionais da empresa.

O processo de desenvolvimento de produtos necessita de uma gestão bem estruturada e abrangente, que possa percorrer todas as etapas importantes do desenvolvimento, levando em consideração todas as etapas percorridas ao longo do projeto.

Para Rozenfeld *et al.* (2006, p. 150), “as atividades do planejamento do projeto, de forma genérica, devem empreender esforços no sentido de identificar todas as atividades, recursos e a melhor forma de integrá-los para que o projeto siga em frente com o mínimo de erros”.

Já o planejamento é essencialmente sistemático e requer a integração de diversas atividades juntamente com os recursos e intervalos de tempo. Nos estágios iniciais do projeto, surge o planejamento informal, que com o decorrer do desenvolvimento se tornam sistemáticos e se estendem até à conclusão do projeto. A maior carga da atividade do planejamento detalhado é executada anteriormente à implantação, porém as discrepâncias, novas oportunidades e situações, surgem ao longo do planejamento que exigem várias revisões durante o processo (KEELLING, 2002, p.203). Para Woiler e Mathias (2008, p.155),

a execução de um projeto dependerá fundamentalmente dos recursos disponíveis interna e externamente à empresa. Estes recursos podem ser classificados como sendo um capital, recursos humanos, informática, tecnologia e outros. O capital próprio que a empresa colocará no projeto é um elemento importante para a determinação do investimento total que pode ser feito, uma vez que muitas insti-

tuições só emprestam até certos limites deste capital próprio. Nestas Condições, a disponibilidade de recursos externos poderá limitar o tamanho do processo que se pretende implantar, além disso, o endividamento excessivo (possível apenas se a empresa já possuir um patrimônio adequado) pode acarretar um risco financeiro elevado, com a possibilidade de comprometer a viabilidade do projeto. Isto ocorrerá porque os recursos externos exigem uma remuneração fixa e preferencial, pois são recursos que não participam do risco comercial associado ao empreendimento.

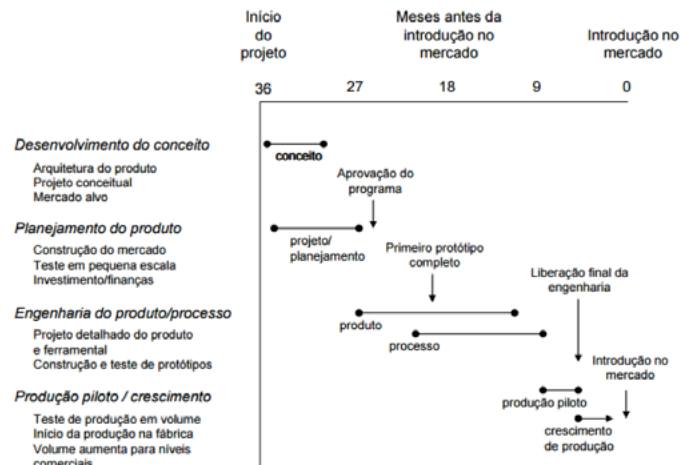
Analisar os custos é fundamental para as empresas, pois fornecem dados para a tomada de decisão quanto à viabilidade econômica do projeto. Para se chegar a um valor final, são feitas estimativas dos recursos monetários necessários para se executar determinadas atividades do projeto. A análise de custos é necessária, pois contribuem diretamente para a melhoria contínua e sucesso dos projetos atuais e futuros (SOUZA, 2012, p.81).

Para que um projeto seja viável é necessário permitir que se alcance os volumes e programação de produção, levando em consideração o atendimento às especificações de engenharia, juntamente com os objetivos de qualidade, confiabilidade, custos de investimento e de venda do produto (INTERACTION, 2008, p.14).

Segundo Rozenfeld et al., (2006) desenvolver produtos é um conjunto de atividades que busca, a partir da necessidades do mercado e das possibilidades e restrições tecnológicas, desenvolver o projeto do produto e processo de acordo com especificações que a manufatura consiga produzir.

“O desenvolvimento de produtos e processos envolve uma grande quantidade de atividades inter-relacionadas, muita delas complexas, que cruzam barreiras organizacionais na empresa”, conforme ilustra a (FIG. 1). (CORRÊA e CORRÊA, 2011, p.210).

Figura 3 – FMEA após Implantação da Melhoria Proposta



Fonte: CORREA, H.; CORRÊA, 2011, p. 211.

Além das etapas definidas pelos autores acima, é válido levar em consideração as etapas conforme o manual do APQP (*Advanced Product Quality Planning*) do Instituto da Qualidade Automotiva (IQA), que é um manual de referência específico para o desenvolvimento de novos produtos da indústria automobilística, sancionado pelo AIAG (*Automotive Industry Action Group*).

Segundo o IQA – Instituto da Qualidade Automotiva (2008, p.03) o manual do APQP diz que “o Planejamento da Qualidade do Produto é um método estruturado para definir e estabelecer as etapas necessárias para garantir que um produto satisfaça o cliente.”

**1ª Fase – Planejamento:** consiste em identificar, compreender os requisitos do produto de acordo com as vontades dos clientes para concepção do sistema de manufatura a fim de atender os objetivos de custos, qualidade e prazos, levando em consideração a análise crítica das especificações do cliente (SANTOS, 2009, s.p.)

Nesta fase é definida a equipe multifuncional a fim de realizar uma análise crítica adequada das especificações do cliente, levando em considerações todas as necessidades para desenvolvimento do produto e do processo. Estes recursos devem estar disponíveis onde e quando necessário, e seu uso precisa ser corretamente controlado.

**2ª Fase e 3ª fase – Verificação do projeto e desenvolvimento do produto e do projeto:** Nessas fases, os objetivos definidos na fase de planejamento começam a tomar forma e são definidos todos os meios necessários para manufaturar o produto, bem como a elaboração inicial da documentação técnica inerente ao produto e processo.

Para Oliveira (2010, p.39): “Recomenda-se a elaboração do fluxo de fabricação como a primeira etapa do desenvolvimento. De acordo com os dados anteriores de orçamento elabora-se um documento denominado diagrama de fluxo do processo de fabricação.”

**4ª Fase – Validação do produto e processo:** a validação de projetos e desenvolvimento é executada de modo a assegurar que o produto esteja conforme os requisitos definidos pelo cliente e conforme as atividades que foram decididas no início do projeto de desenvolvimento. Ao se dar início ao desenvolvimento, o produto deverá cumprir uma receita que irá minimizar os erros durante o projeto (GUIMARÃES, 2004, p.5).

Este processo de validação é realizado conforme os requisitos específicos de cliente, porém existe um método genérico e adaptável à aprovação de amostras de acordo com os requisitos do cliente. Esse

método é regido pelo IQA – Instituto da Qualidade Automotiva, (2006, p.8) define:

requisitos genéricos para aprovação de peça de produção, incluindo materiais de produção e a granel. O propósito do PPAP é determinar se todos os registros de projetos de engenharia e requisitos de especificação do cliente estejam prioritariamente estendidos pela organização e se o processo de manufatura tem o potencial para produzir produtos que satisfaçam de forma consistente estas exigências durante um lote de produção real e uma taxa estipulada.

**5ª Fase – Feedback, avaliação e ação corretiva:** o Planejamento Avançado da Qualidade do Produto não termina após a validação do processo, do produto e das instalações.

É quando se inicia a produção efetiva do item que podem aparecer desvios e causas especiais no processo. Portanto, é nesse momento que se deve avaliar a efetividade do planejamento.

Assim, desperta-se o interesse de esclarecer quais são os critérios necessários para garantir a correta aplicação do processo de aprovação de componentes na indústria automobilística. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi demonstrar os critérios necessários para obter aprovação de amostras de produtos de acordo com os requisitos específicos no processo de aprovação de amostras.

## 2 METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, foi necessário o acompanhamento de todas as etapas de um projeto de desenvolvimento de um produto estampado.

Cada etapa deste projeto tem como saída formulários específicos internos da empresa e requisitos específicos de cliente, bem como prazos a serem cumpridos.

A Travessa Central do Teto possui como processo de transformação a estamparia, que por meio de prensagem a frio transforma a matéria-prima através de cortes ou deformações de chapas.

O desenvolvimento a estudado possui cinco fases de estruturação, enquanto as duas primeiras fases têm ênfase no modelamento de projeto, as três últimas fases são focadas na prática de processo de desenvolvimento.

Foi analisado o cumprimento de cada fase e o atendimento aos requisitos de cliente durante todas as etapas através dos documentos específicos emitidos e validados pelo cliente.

O presente trabalho está situado no eixo da gestão, tecnologia e inovação, que engloba a área de Engenharia de Desenvolvimento. Foram demonstradas em linhas gerais as etapas para o desenvolvimento do processo de um produto automobilístico e em específico a fase de aprovação da peça padrão com base nos requisitos específicos do cliente.

O processo de desenvolvimento de novos produtos atua em interface direta entre empresa e o mercado, fazendo com que o gerenciamento do projeto seja cada vez mais importante. Contudo a saída desse planejamento bem estruturado são produtos de qualidade e aceitos pelo cliente.

Os dados para este trabalho foram coletados na empresa Sodécia Minas Gerais no 2º semestre do ano de 2016, por meio de entrevistas com o coordenador de projetos e responsável por toda a gestão do processo de aprovação de amostras dos produtos com o respectivo cliente, levando-se em consideração os cronogramas, documentação, amostras, que foram realizados nos projetos passados, e nos que estão sendo desenvolvidos no momento. O objetivo dessa etapa foi entender melhor como as fases de desenvolvimento segundo o manual do APQP é desmembrada dentro da empresa.

Para subsidiar a coleta de dados foi realizada uma pesquisa bibliográfica que trouxe ao pesquisador um conhecimento profundo sobre o tema.

Por meio desta coleta de dados foi possível acompanhar toda a entrada para desenvolvimento de um conjunto soldado, bem como todas as suas saídas e elaboração de toda a documentação.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi acompanhado todo o processo de desenvolvimento da Travessa Centra do Teto que é um produto estampado e em específico o processo de aprovação junto ao cliente. Este processo pode ser acompanhado e monitorado através do plano de provas que foi emitido, que é um cronograma que contempla todos os ensaio e testes requeridos dentro dos critérios estabelecidos pelo cliente.

Os requisitos para a aprovação podem ser identificados através da emissão do CQC (Certificado de Qualidade e Conformidade), que é o processo de entrega de amostra ao cliente juntamente com toda documentação requerida (Relatórios de Ensaio e Requisitos Específicos), ou seja, formalizar a entrega de amostras ao cliente. Este documento é específico do cliente, que contém todas as informações do produto, informações da organização, informações do cliente, motivo da submissão, resultados dos testes, código de rastreabilidade entre outras informações importantes do produto. Podemos relacionar este documento específico com a capa de PSW (*Part Submission Warrant*) que significa Certificado de Submissão de Peça que é o documento final do processo de aprovação de produto, o qual resume em uma folha as suas principais informações que é definido pelo Manual de PPAP do AIAG 4ª ed.

Para o componente em estudo, foram realizados todos os testes conforme definido e em consequência de toda a documentação aprovada pelo cliente, foi emitida a Prática de Benestare que é um documento emitido pelo cliente comprovando que a peça atende seus requisitos e que, a partir daquele momento o processo deve ser congelado.

Foi sugerido à empresa, um acompanhamento maior na fase de construção do ferramental, devido ao fato de o produto estudado possuir uma complexidade em estabilizar seu comportamento dimensional e a condições adversas que podem ocorrer tanto no ferramental quanto no equipamento.

Levando em consideração que o equipamento e a cadência produtiva utilizados no tryout, que é a validação do ferramental e realização de ajustes no fornecedor do ferramental, não são os mesmos utilizados na Sodexia, faz-se necessário incluir no contrato com o fornecedor do ferramental, que a aprovação final do ferramental só será estabelecida, após controles dimensionais aprovados em condições reais de produção, com todos os meios produtivos definitivos.

#### 4 CONCLUSÃO

Hoje, com o mercado cada vez mais exigente, as indústrias automobilísticas estão sempre em busca de melhorias através de utilização de várias ferramentas, a fim de reduzirem os custos e tempo, que são os grandes vilões de um projeto de desenvolvimento de novos produtos.

É de extrema importância que a empresa tenha um sistema de qualidade bem implementado e capaz de suportar todo o processo de desenvolvimento, que deve ser enxuto e robusto.

O desenvolvimento da Travessa Central do Teto demandou um alto investimento e uma equipe de desenvolvimento foi capaz de acompanhar

todas as etapas desse processo, estando apta a solucionar possíveis problemas que poderiam surgir ao longo das fases do desenvolvimento.

Ao elaborar e gerenciar um planejamento macro no início do projeto, pode-se evitar vários modos de falha dentro dessas fases de desenvolvimento, pois o quanto antes forem detectados os riscos, mais fáceis e menores os custos para tratá-los.

Vale salientar que para um processo de desenvolvimento de novos produtos ser bem-sucedido deve-se ter uma integração entre todas as áreas envolvidas e deve-se trabalhar através da engenharia simultânea, sendo uma atividade complementar à outra.

#### REFERÊNCIAS

BIANCHI, Anna; ALVARENGA, Marina; BIANCHI, Roberto. *Manual de orientação: estágio supervisionado*. São Paulo: Pioneira, 1998.

CORREA, H; CORRÊA, Carlos. *Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica*. São Paulo: Atlas, 2011.

GUIMARÃES, Leovani Marcial. *Gestão da Qualidade em Projeto e Desenvolvimento de Novos Produtos: Uma abordagem prática em busca de vantagens competitivas*. UNIFEI, Itajubá, p. 8, 1 jun. 2004.

INSTITUTO DA QUALIDADE AUTOMOTIVA (IQA), Manual APQP - IQA 2. ed., São Paulo, 2008, s.p.

INTERACTION PLEXUS CORPORATION. Apostila de APQP. 2. ed. São Paulo: Human, 2008. 113. (Não publicado).



KERLINGER, Fred Nichols. *Metodologia da pesquisa em ciências sociais: um tratamento conceitual*. São Paulo: EPU, 1980.

KERZNER, Harold. *Gestão de projetos: as melhores práticas*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

OLIVEIRA, Fernando Luiz. *Metodologia de Desenvolvimento para Produtos Estampados*. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola Politécnica para obtenção do título de Mestre Profissional Em Engenharia Automotiva, USP, São Paulo, 2010. Disponível em: [http://www.automotiva-poliusp.org.br/wp-content/uploads/2010/06/Fernando\\_Oliveira.pdf](http://www.automotiva-poliusp.org.br/wp-content/uploads/2010/06/Fernando_Oliveira.pdf) Acesso em: 20 maio 2016.

ROZENFELD, Henrique et al. *Gestão de desenvolvimento de produtos: uma abordagem para a melhoria do processo*. São Paulo: Saraiva 2006.

ROZENFELD, Henrique; CAPALDO, Daniel. *Conceitos Gerais de Desenvolvimento de Produto*. São Paulo, p.8, 11 jul. 2006, s.p.

SANTOS, Ueder Lúcio. *Planejamento Avançado da Qualidade do Produto*. Agosto de 2009. Disponível em: [http://www.techoje.com.br/site/techoje/artigos\\_autor/artigos/754](http://www.techoje.com.br/site/techoje/artigos_autor/artigos/754). Acesso em: 29 set. 2016.

SOUZA, Arnaldo et al. *Instituto de Educação Tecnológica (IETEC)*. Belo Horizonte, MG, 2012. 338p.

WOILER, Samsão; MATHIAS, Washington Franco. *Projetos, Planejamento, Elaboração e Análise*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 288p.

# SUPEREXPRESSION DO GENE PHOSPHORUS STARVATION TOLERANCE 1 DE ARROZ (OSPSTOL1) EM TABACO

Patrícia Lages Silva Palhares<sup>1</sup>  
Simara da Silva Lopes<sup>2</sup>  
Ubiraci Gomes de Paula Lana<sup>3</sup>  
Meire de Cassia Alves<sup>4</sup>

Jurandir Vieira Magalhães<sup>5</sup>  
Cláudia Teixeira Guimarães<sup>6</sup>  
Andrea Almeida Carneiro<sup>7</sup>  
Sylvia Morais de Sousa<sup>8</sup>

## RESUMO

O fósforo (P) é um dos macronutrientes mais limitantes às culturas nos solos brasileiros e com menor eficiência de uso pelas plantas. O gene *PHOSPHORUS-STARVATION TOLERANCE 1 (PSTOL1)* é uma proteína quinase que quando superexpressa aumenta a superfície radicular, a aquisição de P e a produtividade de arroz sob baixo P. Com o objetivo de verificar o efeito do *PSTOL1* de arroz em dicotiledôneas, este gene foi clonado no vetor pMCG1005, tendo o gene *BAR* como marcador de seleção. As plantas de tabaco Petit Havana foram geneticamente transformadas via *Agrobacterium tumefaciens* e regeneradas dos calos selecionados. Os fragmentos do gene *BAR* (~400 pb) e do gene

*OsPSTOL1* (~700 pb) foram amplificados por PCR confirmando a integração de ambos os genes nas plantas transformadas. Diversas plantas apresentaram uma cópia do transgene e aquelas que também tiveram expressão gênica significativa foram selecionadas para os experimentos sob baixo P. A superexpressão do gene *OsPSTOL1* aumentou significativamente a área de superfície sob baixo P, indicando que esse gene age em tabaco de maneira similar ao que ocorre em arroz.

**Palavras-chave:** *Nicotiana tabacum*. Raiz. Eficiência.

<sup>1</sup>Graduada em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário de Sete Lagoas. E-mail: patriciaapalhares@gmail.com | <sup>2</sup>Doutoranda em Bioengenharia pela Universidade Federal de São João del-Rei. E-mail: simarabrazil@yahoo.com.br. | <sup>3</sup>Químico, DSc., Analista da Embrapa Milho e Sorgo, Professor do Centro Universitário de Sete Lagoas. E-mail: ubiraci.lana@embrapa.br. | <sup>4</sup>Bióloga, Mestre, Analista da Embrapa Milho e Sorgo. Eng.-Agrôn., Ph.D. E-mail: meire.alves@embrapa.br. <sup>5</sup>Pesquisador em Genética da Embrapa Milho. E-mail: jurandir.magalhaes@embrapa.br. | <sup>6</sup>Eng.-Agrôn., Ph.D., Pesquisadora em Genética da Embrapa Milho. E-mail: claudia.guimaraes@embrapa.br. | <sup>7</sup>Bióloga, Ph.D., Pesquisadora em Biologia Celular da Embrapa Milho e Sorgo. E-mail: andrea.carneiro@embrapa.br. <sup>8</sup>Bióloga, DSc., Pesquisadora em Biologia Molecular da Embrapa Milho e Sorgo, Professora do Mestrado Profissional em Biotecnologia e Gestão da Inovação do Centro Universitário de Sete Lagoas e da pós-graduação em Bioengenharia da Universidade Federal de São João del-Rei, Sete Lagoas, MG. E-mail: sylvia.sousa@embrapa.br

## 1 INTRODUÇÃO

O fósforo (P) é um dos nutrientes mais limitantes para o crescimento das plantas e é essencial para o seu metabolismo (VANACE *et al.*, 2003). A morfologia e arquitetura radiculares são aspectos importantes para aumentar a absorção de P. Um maior volume e área radicular, aumentam a superfície de contato entre a raiz e o P e também aumentam a capacidade de associação com microrganismos da rizosfera (LYNCH; BROWN, 2012).

Um dos QTLs (Locos de Caracteres Quantitativos) de maior efeito na aquisição de P é o *Pup1* (*Phosphorus Uptake 1*) que foi identificado em uma variedade tradicional de arroz, *Kasalath* (eficiente na aquisição de P), e que está ausente no genoma de referência *Nipponbare* (ineficiente) (WISSUWA *et al.*, 1998). Esse locus responde por cerca de 80% da variabilidade fenotípica para características relacionadas com absorção de P em arroz (WISSUWA *et al.* 2002), aumentando a produtividade de duas a quatro vezes sob condições de estresse P (CHIN *et al.* 2010). O genoma referência *Nipponbare* apresenta uma deleção de genoma de ~90 kilo pares de bases (Kpb) em relação a variedade *Kasalath* (HEUER *et al.*, 2009), que corresponde ao locus *Pup1*, onde se encontra a proteína do tipo serina/treonina quinase, chamada *PHOSPHORUS STARVATION TOLERANCE 1* (*OsPSTOL1*) (GAMUYAO *et al.*, 2012). A superexpressão constitutiva do *OsPSTOL1* feita em duas variedades de arroz mostra o aumento da superfície radicular, absorção de P e de produção de grãos em até 60% (GAMUYAO *et al.*, 2012). O *OsPSTOL1* é expresso nos primórdios das raízes da coroa e nas células do parênquima seguindo o padrão de outros genes envolvidos no desenvolvimento radicular. Esses dados indicam que, o gene *PSTOL1* está relacionado com controle do desenvolvimento precoce e do crescimento radicular em arroz (GAMUYAO

*et al.*, 2012). Devido ao potencial de uso do *OsPSTOL1* como regulador na formação do sistema radicular o objetivo deste trabalho foi verificar se o gene *OsPSTOL1* é capaz de aumentar a superfície radicular em plantas transgênicas de tabaco.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

A sequência BAK26566 foi utilizada como molde para a síntese do gene *OsPSTOL1* segundo o programa NCBI (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) (GAMUYAO *et al.*, 2012). O gene *OsPSTOL1* foi clonado nos sítios *AvrII* e *SpeI* no vetor binário pMCG1005 pela empresa GenScript USA Inc. (<http://www.genscript.com>). O vetor pMCG1005 tem o promotor ubiquitina e o gene *BAR* como marcador de seleção sob o promotor 4x35S. A *Agrobacterium tumefaciens* EHA 101 (HOOD *et al.* 1986) contendo os cassetes de transformação 35S::*OsPSTOL1*::NOS e 35S::NOS (vetor vazio, controle) foi utilizada para transformação de plântulas de tabaco (*Nicotiana tabacum L. cv. Petit Havana*), que foram selecionadas com o herbicida PPT (fosfotricina), subcultivadas a cada sete dias até ocorrer diferenciação para calos e posteriormente folhas. As plântulas enraizadas foram transferidas para solo em casa de vegetação. Uma nova seleção com herbicida PPT foi feita borrifando a solução nas folhas (LOPES, 2016).

A inserção dos cassetes de expressão nas plantas transgênicas de tabaco regeneradas foi feita por PCR e o DNA genômico extraído de acordo com Saghai-Marooof *et al.* (1984), utilizado um *primer* direto na região promotora da Ubiquitina (UBI\_127\_F: 5'GTGTTTAGCAAGGGC-GAAAAA3') e um *primer* reverso na região codificadora do *OsPSTOL1* (p*OsPSTOL1*\_580\_R: 5'TCAGATGGCACAGTTTGCTC3'), que

gerou um fragmento de 707 pb e um par de primers para o gene *BAR* (*BAR\_F1*: 5'AGAAACCCACGTCATGCC3' e *BAR\_R1*: 5'GTGGT-TGACGATGGTGCA3'), que gerou um fragmento de 427 pb.

Foi extraído DNA genômico de folhas jovens de linhagens T0 de tabaco para estimar o número de cópias de acordo com Lopes(2016). Como referência de cópia única, foram usados os *primers* para o gene *AXII* (SUBR et al. 2006) e *BAR* (*BAR-F* 5'ACAGCGACCACGCTCTT-GA3' e *BAR-R*5'GCTCTACACCCACCTGCTGA3'). O evento cópia única foi a amostra ZmPSTOL1\_8.02Ev.6 (LOPES, 2016).

As sementes dos eventos transgênicos de tabaco T1 foram esterilizadas com hipoclorito de sódio 6% e germinadas em frascos com meio de cultura MS ½ força e polimerizado com ágar sob baixo P (Sigma, 97 µM de P) em câmara de crescimento com temperatura diurna média de 27 ± 3 °C, noturna de 20 ± 3 °C e fotoperíodo de 12 horas. Uma parte das plântulas foram coletadas após 57 dias para extração de RNA o kit Plant RNeasy (Qiagen). A síntese do cDNA foi realizada utilizando-se 1 µg de RNA total, previamente tratados com DNase I, utilizando o kit “High Capacity cDNA Reverse Transcription” (Applied Biosystems, CA). Posteriormente foi feita análises de PCR quantitativo (qPCR), realizadas no equipamento ABI7500 utilizando a metodologia SYBR Green. Foi utilizado um par de primers 18S ribossomal SYBR Green como controle endógeno e primers específicos para os genes *BAR* (*BAR-F*: ACAGC-GACCACGCTCTTGA e *BAR-R*: GCTCTACACCCACCTGCTGA) e *OsPSTOL1* (*OsPSTOL1-F*: GTTTGTGGTGCATACAAC-TCGT e *OsPSTOL1-R*: GGTTCCTCAAAAACAGAAGATG). A expressão gênica relativa foi calculada conforme o método 2- $\Delta\Delta$ CT (LIVAK; SCHMITTGEN, 2001). A outra parte das plântulas foi crescida em placas de Petri (90 x 15mm) e o sistema radicular foi escaneado após 57 dias com o escâner Epson XL 10000 equipado com unidade de luz adicional (TPU) e os dados analisados com o software WinRhizo v. 4.0 (Regent Systems, Quebec, Canadá), sendo quantificado o comprimento

de radicular total e de raízes com 0-0,5 mm e maiores do que 0,5 mm de diâmetro (DE SOUSA *et al.*, 2012).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

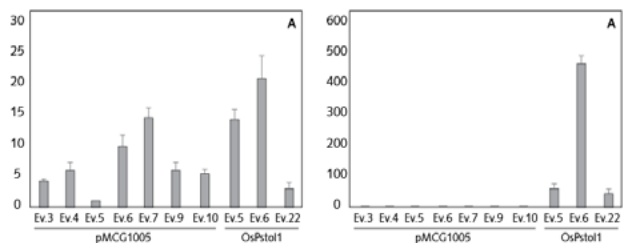
Foram obtidos quatorze eventos transgênicos para a construção com o vetor vazio (pMCG1005) e cinco eventos para a construção UBI::*OsPSTOL1*::NOS. Todas as plantas geradas e selecionadas com PPT apresentaram PCR positivo para a presença do gene, indicando que o método de seleção foi eficiente. Já para a presença do *OsPSTOL1* foram observadas cinco plantas positivas das quatorze plantas avaliadas. A inserção do gene *BAR*, mas não do gene *OsPSTOL1* pode ser explicada pela deleção do gene específico durante o processo de transformação (SHA et al., 2004). Esse evento é pouco frequente, uma vez que o gene específico foi clonado junto à borda direita do T-DNA e a amplificação de junções do T-DNA da borda direita tendem a permanecer sem deleções com localização de todos os sítios internos de clivagem (YANG *et al.*, 2013). O número de cópias do transgene com base no gene *BAR* mostrou que dos sete eventos do pMCG1005 e dos cinco eventos do *OsPSTOL1*, apenas dois eventos, um do grupo controle (pMCG1005 Ev. 5) e outro do gene específico (*OsPSTOL1* Ev. 11), apresentaram mais de uma cópia.

A expressão do gene *BAR* foi variável entre eventos individuais e também entre as duas construções (Figura 1). Os três eventos *OsPSTOL1* apresentaram expressão do transgene, sendo que o evento 6, apresentou maior expressão. Os eventos controles (pMCG1005) não apresentaram expressão do gene *OsPSTOL1*, como esperado. Os eventos pMCG1005 Ev. 4 e *OsPSTOL1* Ev. 6 apesar de apresentarem estimativa de número de cópias igual ou próximo de um, não apresentaram níveis de expressão semelhantes entre si ou entre eventos da mesma construção com estimativa de número de cópias inferior a um. Não

houve correlação entre os níveis de expressão dos genes e o número de cópias do gene *BAR*. A variação de expressão pode ter sido afetada pelo local de integração no genoma, o que pode acontecer tanto nas transformações via *Agrobacterium* quanto via biobalística (GARRIDO et al., 2004; JOYCE et al., 2014).

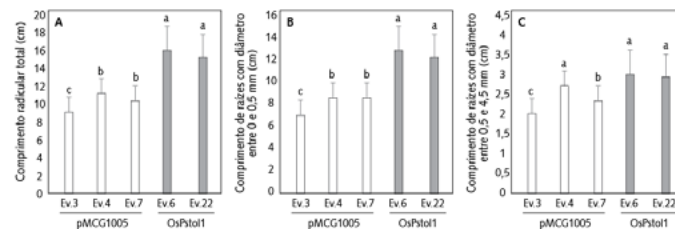
A caracterização morfológica das plantas superexpressando *OsPSTOL1* mostrou diferença significativa entre comprimento total e comprimento de raízes entre 0 e 0,5 mm entre os eventos controles (pMCG1005) e eventos *OsPSTOL1* e uma diferença menos consistente no comprimento de raízes maiores do que 0,5 mm (FIGURAS 2 e 3). Raízes finas foram observadas em maior quantidade nas placas com os eventos *OsPSTOL1*, com destaque o evento 6. Os resultados em tabaco corroboram o fenótipo observado nas plantas superexpressando o *OsPSTOL1* em arroz (GAMUYAO et al., 2012), sendo observado em ambos os casos um aumento do crescimento do comprimento radicular.

**Figura 1** – Expressão relativa (RQ) do gene marcador de seleção *Bar* (A) e *OsPSTOL1* (B) em eventos transgênicos de tabaco. A expressão gênica relativa foi calculada utilizando o método  $2^{-\Delta\Delta CT}$ . As barras de erro correspondem a SEM de 3 repetições técnicas com 20 plântulas cada.



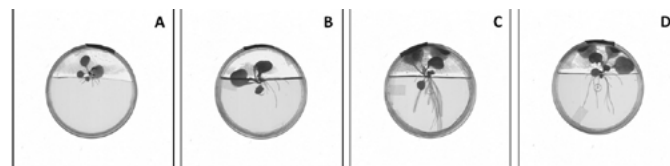
Fonte: Dados da pesquisa.

**Figura 2** – Comprimento radicular total (A), de raízes com diâmetro em 0 e 0,5 mm (B) e maior do que 0,5 mm (C) (cm) de plântulas de tabaco transgênico crescidas em meio de cultura sob baixo P por 57 dias após a montagem dos experimentos. As barras de erro correspondem a SEM de seis repetições técnicas. As barras com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste t de Student (LSD) ( $p < 0,05$ ).



Fonte: Dados da pesquisa.

**Figura 3** – Plântulas de tabaco individuais crescidas em meio de cultura sob baixo P. A, B e C) pMCG1005 eventos 4 e 7, respectivamente. D, E e F) *OsPSTOL1* eventos 6 e 22, respectivamente.



Fonte: Dados da pesquisa.

## 4 CONCLUSÃO

Linhagens transgênicas de tabaco cópia única superexpressando o gene OsPSTOL1 apresentaram um aumento no comprimento radicular e crescimento vegetativo.

## REFERÊNCIAS

- CHIN J.H.; LU X.; HAEFELE S.M.; GAMUYAO R.; ISMAIL A.; WISSUWA M.; HEUER S. Development and application of gene-based markers for the major rice *QTL Phosphorus uptake 1*. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 120, p.1073–1086, 2010.
- DE SOUSA, S. M.; CLARK, R. T.; MENDES, F. F.; OLIVEIRA, A. C.; VASCONCELOS, M. J. V.; PARENTONI, S. N.; KOCHIAN, L. V.; GUIMARÃES, C. T.; MAGALHÃES, J. V. A role for root morphology and related candidate genes in P acquisition efficiency in maize. *Functional Plant Biology*, Victoria, v. 39, p. 925-935, 2012.
- GAMUYAO, R.; CHIN, J. H.; TANAKA, J. P.; PESARESI, P.; CA-TAUSAN, S.; DALID, C.; LOEDIN, I. S.; MENDOZA, E. M. T.; WISSUWA, M.; HEUR, S. The protein kinase *Pstol1* from traditional rice confers tolerance of phosphorus deficiency. *Nature*, Washington, v. 488, p. 535-541, 2012.
- GARRIDO, H, S.; TRAVELLA, S.; BILHAM, L. J.; HARWOOD, W. A.; SNAPE, J. W. The distribution of transgene insertion sites in barley determined by physical and genetic mapping. *Genetics*, v. 167, p. 1371-1379, 2004.
- HEUER, S.; LU, X.; CHIN, J.H.; TANAKA, J.P.; KANAMORI, H.; MATSUMOTO, T.; DE LEON, T.; ULAT, V.J.; ISMAIL, A.M.; YANO, M.; WISSUWA, M. Comparative sequence analyses of the major quantitative trait locus phosphorus uptake 1 (*Pup1*) reveal a complex genetic structure. *Plant Biotechnology Journal*, v. 7, p. 456-471, 2009.
- HOOD, E. E.; HELMER, G. L.; FRALEY, R.T.; CHILTON, M. D. The hypervirulence of *Agrobacterium tumefaciens* A281 is encoded in a region of pTiBo542 outside of T-DNA. *Journal of Bacteriology*, v.168, p.1291-130, 1986.
- JOYCE, P.; HERMANN, S.; O'CONNELL, A.; DINH, Q.; SHUMBE, L.; LAKSHMANAN, P. Field performance of transgenic sugarcane produced using *Agrobacterium* and biolistics methods. *Plant biotechnology journal*, v.12, p. 411-424, 2014.
- LIVAK, K.; SCHMITTGEN, T.D. Analysis of Relative Gene Expression Data Using Real Time Quantitative PCR and the 2-ddCt. *Method. Methods*, v. 25, p. 402-408, 2001.
- LOPES, S. S. Análise funcional do gene *pstol1* de arroz e de seus homólogos em milho e sorgo em plantas transgênicas de tabaco. Dissertação de Mestrado, UFSJ, São João del Rei, 2016.
- LYNCH, J. P.; BROWN, K. M. New roots for agriculture: exploiting the root phenome. *Philosophical Transaction*, London, v. 367, p.1598-1604, 2012.
- SAGHAI-MAROOF, M. A.; SOLIMAN, K. A.; JORGENSEN, R. A.; ALLARD, R. W. Ribosomal DNA spacer length polymorphism in barley: Mendelian inheritance, chromosomal location and popula-

tion dynamics. *National Academy of Sciences*, v.81, p.8014-8018, USA, 1984.

SHA, Y.; LI, S.; PEI, Z.; LUO, L.; TIAN, Y.; HE, C. Generation and flanking sequence analysis of a rice T-DNA tagged population. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 108, p. 306-314, 2004.

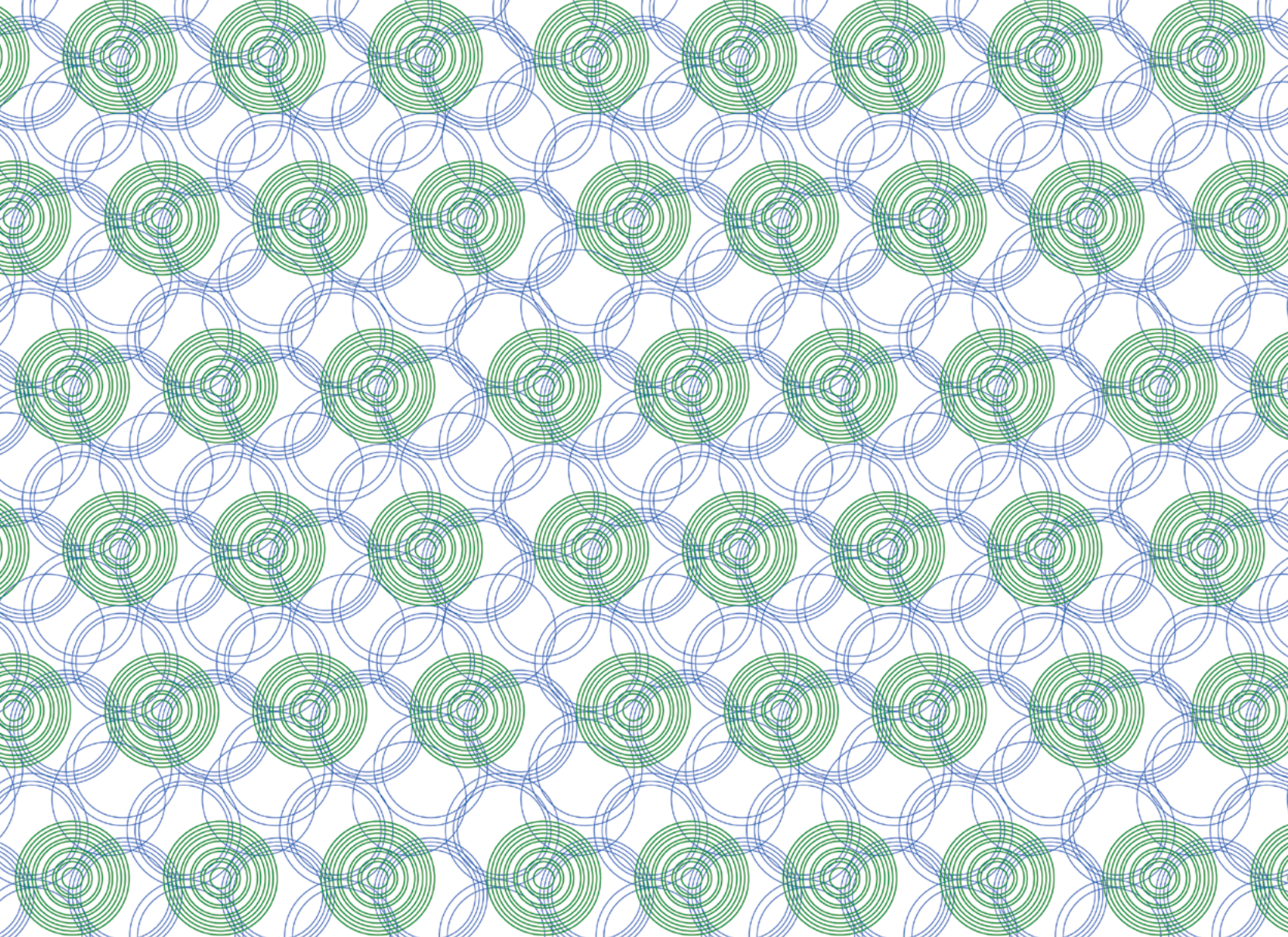
ŠUBR, Z.; NOVAKOVA, S.; DRAHOVSKÁ, H. Detection of transgene copy number by analysis of the T1 generation of tobacco plants with introduced P3 gene of potato virus A. *Acta virologica*, v. 50, p. 135-138, 2006.

VANCE, C. P.; UHDE-STONE, C.; ALLAN, D. L. Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a non-renewable resource. *New Phytologist*, Oxford, v. 157, p. 423-447, 2003.

WISSUWA, M.; YANO, M.; AE, N. Mapping of QTLs for phosphorus-deficiency tolerance in rice (*Oryza sativa* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, v. 97, p. 777-783, 1998.

WISSUWA, M.; WEGNER, J.; AE, N.; YANO, M. Substitution mapping of Pup1: a major QTL increasing phosphorus uptake of rice from a phosphorus-deficient soil. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 105, p. 890-897, 2002.

YANG, X.; LI, F.; ZHANG, X.; LIU, K.; WANG, Q.; ZHANG, J.; LIU, C.; ZHU, Z.; SHAN, G.; CHIN, C. K.; FANG, W. Integration and Characterization of T-DNA Insertion in Upland Cotton. **Czech Journal of Genetics and Plant Breeding**, v. 49 (2), p. 51-57, 2013.





**SABERES**