



# ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: ALICERCE DA COMPETITIVIDADE

VOLUME VII



EDITORAL CONHECIMENTO LIVRE

Frederico Celestino Barbosa

Engenharia de Produção: alicerce da competitividade

7<sup>a</sup> ed.

Piracanjuba-GO  
Editora Conhecimento Livre  
Piracanjuba-GO

7ª ed.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Barbosa, Frederico Celestino  
B238E Engenharia de Produção: alicerce da competitividade  
/ Frederico Celestino Barbosa. – Piracanjuba-GO

Editora Conhecimento Livre, 2023

183 f.: il

**DOI:** 10.37423/2023.edcl714

**ISBN:** 978-65-5367-320-5

Modo de acesso: World Wide Web

Incluir Bibliografia

1. projeto 2. implantação 3. operação 4. manutenção 5. desenvolvimento I. Barbosa, Frederico  
Celestino II. Título

CDU: 620

<https://doi.org/10.37423/2023.edcl714>

**O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus  
respectivos autores.**

# EDITORIA CONHECIMENTO LIVRE

## Corpo Editorial

MSc Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior

MSc Humberto Costa

MSc Thays Merçon

MSc Adalberto Zorzo

MSc Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno

PHD Willian Douglas Guilherme

MSc Andrea Carla Agnes e Silva Pinto

MSc Walmir Fernandes Pereira

MSc Edisio Alves de Aguiar Junior

MSc Rodrigo Sanchotene Silva

MSc Wesley Pacheco Calixto

MSc Adriano Pereira da Silva

MSc Frederico Celestino Barbosa

MSc Guilherme Fernando Ribeiro

MSc. Plínio Ferreira Pires

MSc Fabricio Vieira Cavalcante

PHD Marcus Fernando da Silva Praxedes

MSc Simone Buchignani Maigret

Dr. Adilson Tadeu Basquerote

Dra. Thays Zigante Furlan

MSc Camila Concato

PHD Miguel Adriano Inácio

MSc Anelisa Mota Gregoleti

PHD Jesus Rodrigues Lemos

MSc Gabriela Cristina Borborema Bozzo

MSc Karine Moreira Gomes Sales

Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

MSc Pedro Panhoca da Silva

MSc Helton Rangel Coutinho Junior

MSc Carlos Augusto Zilli

MSc Euvaldo de Sousa Costa Junior

Dra. Suely Lopes de Azevedo

MSc Francisco Odecio Sales

MSc Ezequiel Martins Ferreira

MSc Eliane Avelina de Azevedo Sampaio

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>6</b>
APLICAÇÃO DO QFD PARA IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE MELHORIAS DAS CARACTERÍSTICAS DA QUALIDADE DE BISCOITOS CASEIROS	
João Henrique de Oliveira Batista	
Jéssica Viana de Freitas	
Átila Cheles Keler	
Ramon Araújo dos Santos	
Felipe Ungarato Ferreira	
<b>DOI 10.37423/230407532</b>	
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>20</b>
A GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS E A INTEGRAÇÃO DOS PROCESSOS DE NEGÓCIO	
Diego Milnitz	
Mônica Maria Mendes Luna	
<b>DOI 10.37423/230407542</b>	
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>36</b>
ANÁLISE DA ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE NORMALIZADO PARA O CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	
LEONARDO DE SOUSA SILVA	
JOÃO BATISTA TURRIONI	
<b>DOI 10.37423/230407568</b>	
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>51</b>
MANUTENÇÃO COMO UMA OPERAÇÃO ESTRATÉGICA PARA A COMPETITIVIDADE	
Anderson Tadeu de Santi Barbosa de Almeida	
<b>DOI 10.37423/230407645</b>	
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>63</b>
CONTRIBUIÇÕES DA CIENCIOMETRIA PARA A ÁREA DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL	
José Pinto Gonçalves Neto	
Kátia Maria de Souza	
<b>DOI 10.37423/230407647</b>	
<b>CAPÍTULO 6 .....</b>	<b>83</b>
MODELAGEM DE PROCESSOS EM SERVIÇOS: ANÁLISE EM UMA EMPRESA DE EVENTOS	
Michael Richard Barreto	
Ana Maria Magalhães Correia	
Helen Silva Gonçalves	
<b>DOI 10.37423/230407648</b>	

**CAPÍTULO 7 .....** 99

INDÚSTRIA 4.0: REFLETINDO SOBRE O PERFIL E A COMUNICAÇÃO PARA A GESTÃO DA QUALIDADE NO NOVO MODELO PRODUTIVO

Délvio Venanzi

Ricardo José Orsi de Sanctis

Nirlei S. Lima

**DOI 10.37423/230407664**

**CAPÍTULO 8 .....** 115

PAVIMENTO PERMEÁVEL COMO TECNICA COMPENSATORIA NA REDUÇÃO DOS IMPACTOS DA IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

GABRIELLA ALVES E SILVA LOPES

Kátia Maria de Souza

Carlos Matheus Camilo Santana

**DOI 10.37423/230507671**

**CAPÍTULO 9 .....** 131

DESAFIOS DA INDÚSTRIA 4.0 E A SUSTENTABILIDADE NO BRASIL: UMA DISCUSSÃO

Ricardo Luiz Perez Teixeira

Cynthia Helena Soares Bouças Teixeira

**DOI 10.37423/230507672**

**CAPÍTULO 10 .....** 143

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO FÓRUM DE EDÉIA NO ESTADO DE GOIÁS

Alaynne Soares de Almeida

Kátia Maria de Souza

Carlos Matheus Camilo Santana

Vinícius Almeida Barbosa

Gabriella Alves e silva Lopes

**DOI 10.37423/230507673**

**CAPÍTULO 11 .....** 156

ANÁLISE DE REGRESSÃO LINEAR NA DILATAÇÃO DE UM PILAR DE CONCRETO

Celino Delfino Borges Filho

Juracy Mendes Moreira

Carlos Matheus Camilo Santana

Kátia Maria de Souza

Gabriella Alves e silva Lopes

Paulo Henrique do Nascimento

**DOI 10.37423/230507674**



# Capítulo 1



10.37423/230407532

## APLICAÇÃO DO QFD PARA IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE MELHORIAS DAS CARACTERÍSTICAS DA QUALIDADE DE BISCOITOS CASEIROS

*João Henrique de Oliveira Batista*

*FACULDADE INDEPENDENTE DO NORDESTE*

*Jéssica Viana de Freitas*

*FACULDADE INDEPENDENTE DO NORDESTE*

*Átila Cheles Keler*

*FACULDADE INDEPENDENTE DO NORDESTE*

*Ramon Araújo dos Santos*

*FACULDADE INDEPENDENTE DO NORDESTE*

*Felipe Ungarato Ferreira*

*UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ*



**Resumo:** O Brasil se posiciona em segundo lugar no ranking de comercialização de biscoitos. Diante deste cenário e da evolução mercadológica, seja através das exigências dos clientes, ou dos avanços tecnológicos, as empresas do ramo alimentício buscam a melhoria da qualidade de seus serviços ou produtos, com o objetivo de se manter competitivas frente às empresas concorrentes. Diante disto, o objetivo desta pesquisa foi utilizar a ferramenta da qualidade *Quality Function Deployment* (QFD) numa empresa fabricante de biscoitos caseiros em Vitória da Conquista - BA, com o intuito de identificar oportunidade de melhorias das características da qualidade de um dos seus biscoitos. Para alcançar o objetivo foi realizado uma revisão de literatura acerca do QFD, e um estudo de caso em uma empresa de pequeno porte do setor alimentício que atua no mercado de biscoitos. Para a elaboração da matriz da qualidade, foram aplicados questionários e realizado análise sensorial com os consumidores para identificação da qualidade exigida, grau de importância e identificação do desempenho do produto da empresa estudada e de dois concorrentes. Foi realizado, também, brainstorming com funcionários da empresa, para desdobrar as qualidades exigidas em características da qualidade suas relações, assim como, a realização de um benchmarking competitivo. Com os resultados foi possível estabelecer as relações entre a qualidade exigida pelos clientes e as características da qualidade observadas dentro da empresa, possibilitando identificar que o Tempo de Forno é a característica da qualidade que necessita de uma maior atenção a fim de melhorar o resultado final do produto.

**Palavras-chave:** Biscoito, QFD, Característica da Qualidade, Consumidor, Qualidade

## INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa a segunda colocação no ranking de comercialização de biscoitos segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados, com uma produção de 1.870 milhões de quilos em 2017, o que representou um crescimento de 8,8% em relação à 2013, em que foram produzidas 1.706 milhões de quilos (ABIMAP, 2018).

Diante deste cenário e da evolução mercadológica, seja através das exigências dos clientes, ou dos avanços tecnológicos, as empresas do ramo alimentício buscam a melhoria da qualidade de seus serviços ou produtos, com o objetivo de se manterem competitivas frente às empresas concorrentes. Segundo Carvalho et al. (2003), o tema Qualidade, nunca foi tão debatido e difundido como nos últimos anos, se tornando uma preocupação das empresas que estão sempre em busca da satisfação dos seus clientes e melhoria contínua dos seus processos e produtos.

Para obter informações que possam contribuir para esta melhoria dos produtos e processos de acordo com o desejo dos consumidores, é indicada a utilização da ferramenta QFD (Quality Function Deployment), onde se permite fazer uma relação direta entre as necessidades dos consumidores e as etapas do desenvolvimento e fabricação do produto (MARTINS, 2012).

Para Anzanello et al. (2009), o QFD permite que se obtenha um índice de priorização que engloba os requisitos técnicos e os de mercado, ou seja, os de mercado está voltado para qualidade exigida pelos clientes e os técnicos está voltado para as características técnicas dos produtos e do processo.

Segundo Novaes e Queiroz (2016), na região de Vitória da Conquista – BA, existem muitas empresas de pequeno, médio e grande porte que trabalham com a produção de biscoitos, principalmente os caseiros, fazendo parte também da cultura desta região.

Logo, o objetivo desta pesquisa é utilizar o QFD para identificação de melhorias das características da qualidade de biscoitos caseiros em uma fábrica na cidade de Vitória da Conquista – BA.

## 2. GESTÃO DA QUALIDADE

Carvalho e Paladini (2012) adentram a história da qualidade trazendo informações importantes para compreender a qualidade hoje. Os autores observam que o cliente, até meados do século XIX, mantinha-se presente junto ao fabricante de um determinado produto que era construído especificamente através da análise de suas necessidades. O cliente tinha voz para dialogar sobre o serviço ou produto prestado por determinada empresa ou pessoal, e com isso, havia uma busca por melhorias. A partir da Revolução Industrial, com novas formas de produção e com necessidades do mercado em busca de mais lucro, houve a padronização de diversos produtos, principalmente para

que pudessem ser produzidos em massa e não especificamente refletindo a necessidade de cada cliente.

Ao longo do século XX, a gestão da qualidade evoluiu, passando por quatro estágios marcantes: a inspeção do produto, o controle do processo, os sistemas de garantia da qualidade e a gestão da qualidade total ou gestão estratégica da qualidade. Além disso, vale ressaltar que, durante esses processos foram obtidos resultados importantes como a gestão da qualidade total ou TQM (Total Quality Management) que é muito utilizada pelas empresas como parte da estratégia organizacional, objetivando o ganho e aumento da competitividade (CARPINETTI, 2016).

Ainda segundo este autor, até o início dos anos 1950, referia-se à qualidade de um produto como o sinônimo de perfeição técnica. Essa comparação feita a partir do produtor, ficou conhecida como product-out. Porém, esse termo passa por muitas críticas atualmente, já que não leva em consideração as necessidades e os desejos dos clientes e sim a percepção de quem produz, e do que seria o produto final perfeito. A partir da década de 1950, através dos trabalhos desenvolvidos por Josep Juran e William Deming, foi possível perceber que a qualidade não deveria estar apenas associada ao grau de perfeição técnica, mas também ao grau de adequação aos requisitos do cliente. Segundo Toledo et al. (2017), o TQM se alicerçou em práticas da qualidade e em algumas características organizacionais críticas, como educação e treinamento, trabalho em equipes, comprometimento e envolvimento de todos com o processo de melhoria. As teorias do TQM também difundiram várias ferramentas e métodos para melhoria da qualidade. Uma destas importantes ferramentas é o Desdobramento da Função Qualidade (QFD), muito utilizado atualmente nas organizações, desenvolvido na década de 1970 no Japão por Shigeru Mizuno e Yoji Akao, sendo aperfeiçoado desde então (MAGRI, 2009).

## 2.1. DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE

Em 1966 no Japão, Yoji Akao, um renomado especialista em planejamento, dá início aos estudos sobre a ferramenta QFD. Tal ferramenta, possuía a finalidade de mapear os pontos críticos da qualidade conforme a percepção do cliente e expor indicativos por meio de um conjunto de matrizes (SILVA, 2015).

Ainda segundo este autor, esses pontos deveriam ser introduzidos nos projetos da empresa. O primeiro livro publicado foi em 1978 por Yoji Akao, com parceria de Shigeru Mizuno, chamado “Desdobramento da Função Qualidade: Enfoque para Controle da Qualidade Total”. Nesse período, a

ferramenta se popularizou no país devido ao sucesso de sua implementação em uma das empresas do grupo Mitsubishi.

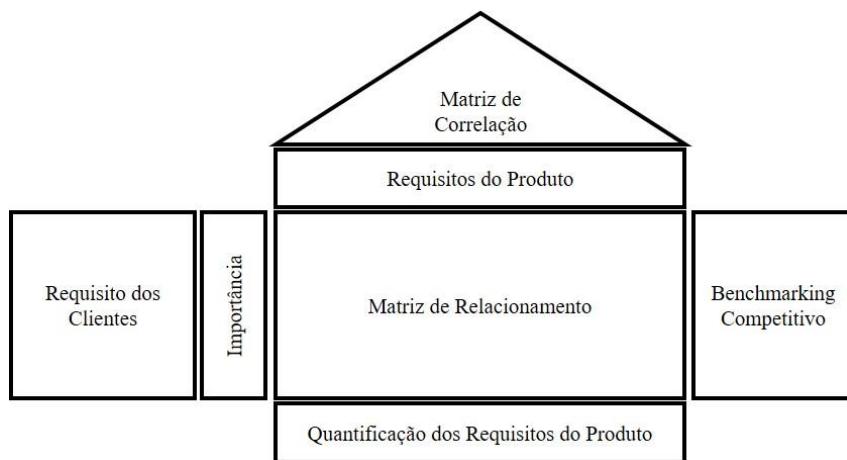
Eureka e Ryan (1992) definem o QFD como um sistema que apresenta as necessidades dos clientes, e incluindo estas, em todo o processo de pensamento do produto até a sua finalização. “Metade do custo, o dobro da Qualidade e produtividade em dois terços do tempo – é isto que o QFD permite alcançar”. É importante ressaltar que, segundo os autores, o QFD é uma ferramenta de planejamento para que a empresa possa alcançar melhorias em seus produtos, aumentando a sua produtividade, diminuindo os custos e aumentando os lucros.

Segundo Loos e Miguel (2014), o QFD tem sido grande aliado durante o desenvolvimento de novos produtos. Este método possui o objetivo de assimilar as necessidades dos clientes em todo o ciclo de desenvolvimento de um novo produto. Sendo assim, o QFD transforma as exigências dos usuários em características a serem agregadas, fazendo parte das etapas subsequentes de desenvolvimento de produto.

Já para Slack et al. (2009), o objetivo principal do QFD, é promover que o projeto final do produto possa realmente atender as necessidades dos clientes. Também conhecida como “casa da qualidade” (devido a sua aparência) e “voz do cliente” (devido a seu objetivo). Portanto, esta técnica visa, a captação do que o cliente precisa e como isso pode ser conseguido. A matriz, portanto, é uma articulação formal de como a empresa relaciona os requisitos dos consumidores (o que) e as características do projeto do novo produto (como).

A técnica QFD permite que seja possível descobrir e quantificar durante as etapas do desenvolvimento do produto, os requisitos que podem melhor atender as necessidades dos consumidores, trazendo uma redução dos custos e o tempo gasto durante o seu desenvolvimento. Por tanto, essa técnica traz uma relação direta com a voz do cliente, identificando os seus desejos e necessidades e transformando em ações que envolvem o desenvolvimento ou a melhoria dos produtos (RODRIGUES, 2004).

A Figura 1 ilustra um modelo da matriz QFD.

**Figura 1 – Modelo de cada da qualidade**

**Fonte:** Rozenfeld et al. (2006)

Conforme pode-se observar na Figura 1, a matriz do QFD não apenas relaciona os requisitos do cliente com as características técnicas do produto. Inicialmente identifica-se "o quê" deseja o cliente e, a partir disto, desdobra-se essas informações na qualidade exigida. Posteriormente, com um novo desdobramento, encontra-se as características técnicas do produto que atendem as qualidades exigidas, para então promover a relação entre os itens "o quê" e os itens "como" (CHENG, 2003).

Ainda segundo este autor, o método do QFD permite a identificação do grau de importância em cada item analisado, tanto em relação no valor para o cliente como em uma avaliação competitiva, apresentando uma pontuação com o objetivo de identificar a prioridade entre os itens.

### 3. METODOLOGIA

O presente estudo teve como finalidade a geração de conhecimento quanto ao Desdobramento da Função Qualidade em uma empresa, envolvendo verdades e interesses com o propósito de analisar a melhor solução para um problema específico. Desta forma, classifica-se como uma pesquisa aplicada (OTANI; FIALHO, 2011). Quanto aos fins, se enquadra como pesquisa descritiva, pois observa, registra, analisa e correlaciona fatos ou fenômenos variáveis sem manipulá-los (CERVO, 2002).

Para atingir os objetivos propostos foi de extrema importância a utilização de procedimentos como pesquisa bibliográfica e documental. Uma vez que se aprofunda em uma ou mais ocorrências com a intenção de agregar conhecimento sobre o alvo do estudo, a pesquisa caracteriza-se como estudo de caso (SANTOS, 2003).

### 3.1. UNIDADE DE INVESTIGAÇÃO E OBSERVAÇÃO

A presente pesquisa foi realizada em uma empresa de pequeno porte do setor alimentício que atua no mercado de biscoitos, localizada na cidade de Vitória da Conquista - Bahia. Atualmente a empresa está localizada em um espaço doméstico, porém contém todos os equipamentos necessários, além de estar sempre atenta com as questões de higiene e segurança.

A unidade de observação que foi escolhida para ser estudada neste trabalho é o biscoito conhecido como cebolinha ou medalhão. A escolha do produto foi mediante ao fluxo de vendas ser superior aos demais biscoitos fabricados pela empresa e com o auxílio da ferramenta QFD, pode-se alavancar as vendas a partir do momento que se tem os desejos dos clientes reconhecidos e atendidos para possível melhoria da qualidade do produto.

### 3.2. INSTRUMENTOS DE ANÁLISE E COLETA DE DADOS

Os instrumentos utilizados para coleta e análise dos dados, foram: mapeamentos dos processos de fabricação do produto selecionado, questionários, auxílio do Software Microsoft Office Excel 2016 e observação não participante do local de trabalho.

As coletas foram realizadas no período de março a setembro de 2017 e os resultados tabulados em outubro do mesmo ano.

O início da primeira etapa do processo de coleta de dados foi possível com o auxílio do questionário, objetivando identificar os desejos e principais características do biscoito que agradam cada um dos 30 consumidores entrevistados.

Após a coleta e filtragem, os dados foram organizados em outro questionário fechado que foi aplicado junto com a distribuição de amostras de biscoitos produzidos pela empresa estudada e amostras de 2 outros fornecedores, A e B. Nesta etapa, outros 30 consumidores classificaram em níveis de qualidade as características de cada fabricante, assim como o grau de importância de cada item de qualidade exigida. Essa avaliação foi realizada a partir de 5 graus de importância: (1) péssimo; (2) ruim; (3) regular; (4) bom e (5) muito bom.

Após a coleta de dados através da pesquisa com os clientes, para identificar possíveis melhorias da qualidade do biscoito em estudo, foi realizado um brainstorming com os colaboradores da empresa diretamente ligados a produção, visando o desdobramento das qualidades exigidas pelos clientes em características da qualidade do produto.

Para estabelecer a relação entre as qualidades exigidas e as características da qualidade, foi realizada uma reunião com os funcionários da empresa, atribuindo valores 0, 1, 3 e 9 para as relações, sendo 0 para inexistência de relação, 1 para relação fraca, 3 para relação média e 9 para relação forte.

Posteriormente foi representada a Matriz Planejada que possui os resultados da avaliação técnica obtida com os funcionários da empresa. Em sua estrutura as linhas representam as características contidas no questionário e suas colunas os seguintes itens:

- Grau de Importância: dado obtido com os resultados do questionário quantitativo;
- Avaliação Técnica Competitiva: resultados médios aritméticos obtidos com o questionário referente ao desempenho do biscoito da empresa e concorrentes, na opinião dos consumidores;
- Qualidade Planejada: dado obtido a partir do resultado da avaliação técnica competitiva, onde buscou-se estabelecer uma meta de qualidade desejada a ser alcançada pela empresa. Esse item foi planejado com os gestores da fábrica;
- Índice de Melhoria: consiste na qualidade planejada dividida pela pontuação obtida pela empresa quanto a qualidade desempenhada pelo biscoito;
- Argumento de Venda: consiste num fator de conversão utilizado pelo QFD para definir os índices argumentativos de relevância para venda que cada característica possui quanto a comercialização do biscoito. São atribuídas notas 1,0 se possuir baixo argumento de venda, 1,2 se for um argumento comum de venda e 1,5 se considerado argumento de venda especial. Esses valores foram atribuídos após reunião com os gestores da empresa;
- Peso Absoluto: obtido pela multiplicação do Grau de Importância pelo índice de melhoria e Argumento de Venda;
- Peso Relativo: foi convertido o peso absoluto em uma contribuição percentual de cada requisito do cliente em relação ao peso total.

Em seguida, os pesos relativos foram multiplicados por cada índice de correlação, e somados para se obter o peso absoluto referente a cada característica da qualidade. Posteriormente, o peso absoluto foi convertido em peso relativo.

Nesta pesquisa, não foi realizada a correlação entre os itens de características da qualidade, que identifica o grau de interferência que um item influi sobre outro, formando o telhado da casa da qualidade.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após aplicação do questionário, foram identificados os desejos dos clientes para o biscoito cebolinha. As qualidades exigidas foram o teor de sal, aroma, crocância, sabor, teor de gordura, textura, espessura e coloração.

As qualidades exigidas posteriormente foram desdobradas pelos técnicos da empresa nas seguintes características da qualidade: farinha de trigo, manteiga, fermento, sal, queijo parmesão, espessura do corte, tempo de forno e tempo de descanso.

Após esta etapa, foi realizada a relação entre as qualidades exigidas e características da qualidade, conforme a Tabela 1.

**Tabela 1** – Correlação entre qualidade exigida e característica da qualidade

Qualidade Exigida	Característica da Qualidade							
	Farinha de trigo	Manteiga	Fermento	Sal	Queijo Parmesão	Espessura do corte	Tempo de forno	Tempo de Descanso
Crocância	0	0	0	0	0	3	9	3
Sabor	0	3	0	1	9	0	0	0
Textura	1	3	3	0	3	0	3	0
Espessura	0	0	9	0	0	9	0	0
Coloração	0	0	0	0	3	0	9	0
Aroma	0	9	0	0	9	0	0	0
Teor de Sal	0	0	0	9	0	0	0	0
Teor de Gordura	0	9	0	0	3	0	0	0

**Fonte:** Autor (2017)

Após aplicação do segundo questionário, foi obtido os resultados do grau de importância e da avaliação do desempenho dos produtos da empresa em estudo, e dos seus concorrentes A e B, conforme a Tabela 2. É possível observar o alto grau de importância dos clientes para todas as qualidades desejadas.

**Tabela 2 –** Grau de importância e desempenho dos produtos

Qualidade Exigida	Grau de Importância	Nossa Empresa	Concorrente A	Concorrente B
Crocância	5	3	4	3
Sabor	5	4	4	3
Textura	5	4	3	3
Espessura	4	3	3	3
Coloração	4	3	3	4
Aroma	4	3	3	3
Teor de Sal	5	4	4	4
Teor de Gordura	5	4	4	3

**Fonte:** Autor (2017)

Após o *brainstorming* realizado dentro da empresa, foi elaborada a Tabela 3, constando a qualidade planejada, índice de melhoria, argumento de vendas, peso absoluto e peso relativo. Ainda nesta tabela, é possível observar que o foco da melhoria do produto está nas qualidades exigidas Crocância (19,9%), Coloração (15,9%) e Sabor (14,9%).

**Tabela 3 –** Matriz planejada

Qualidade Exigida	Grau de Importância	Nossa Empresa	Concorrente A	Concorrente B	Qualidade Planejada	Índice de Melhoria	Argumento de Vendas	Peso Absoluto	Peso Relativo (%)
Crocância	5	3	4	3	4	1,3	1,5	10,00	19,9
Sabor	5	4	4	3	4	1,0	1,5	7,50	14,9
Textura	5	4	3	3	3	0,8	1,0	3,75	7,4
Espessura	4	3	3	3	3	1,0	1,0	4,00	7,9
Coloração	4	3	3	4	4	1,3	1,5	8,00	15,9
Aroma	4	3	3	3	3	1,0	1,2	4,80	10,0
Teor de Sal	5	4	4	4	4	1,0	1,2	6,00	12,0
Teor de Gordura	5	4	4	3	4	1,0	1,2	6,00	12,0

**Fonte:** Autor (2017)

A partir dos valores do peso relativo, foram convertidas essas informações para priorização das características da qualidade. Isto foi realizado considerando as correlações anteriormente elaboradas com a equipe técnica da empresa (Tabela 4).

A Matriz QFD apresentada na Tabela 4 permite observar que para atender um maior percentual de qualidades exigidas pelo cliente, a empresa deve priorizar as análises referentes à característica da qualidade Tempo de Forno, pois apresenta o maior peso relativo (30,33%). Em seguida verifica-se que as características da qualidade mais importantes que impactam nas qualidades exigidas pelos clientes são a quantidade de Queijo Parmesão utilizado (21,09%), seguidos pela quantidade de Manteiga (14,83%).

Desta forma, após a aplicação do QFD, a empresa possui informações para concentrar o investimento de recursos e tempo em ações necessárias para melhorar os processos e atender as expectativas desejadas de todos os clientes.

**Tabela 4 – Matriz QFD**

Qualidade Exigida	Característica da Qualidade							Grau de Importância	Nossa Empresa	Concorrente A	Concorrente B	Qualidade Planejada	Índice de Melhoria	Argumento de Vendas	Peso Absoluto	Peso Relativo (%)	
	Farinha de trigo	Manteiga	Fermento	Sal	Queijo Parmesão	Espessura do corte	Tempo de forno										
Crocância	0	0	0	0	0	3	9	3	5	3	4	3	4	1,3	1,5	10,0	<b>19,9</b>
Sabor	0	3	0	1	9	0	0	0	5	4	4	3	4	1,0	1,5	7,5	<b>14,9</b>
Textura	1	3	3	0	3	0	3	0	5	4	3	3	3	0,8	1,0	3,7	<b>7,4</b>
Espessura	0	0	9	0	0	9	0	0	4	3	3	3	3	1,0	1,0	4,0	<b>7,9</b>
Coloração	0	0	0	0	3	0	9	0	4	3	3	4	4	1,3	1,5	8,0	<b>15,9</b>
Aroma	0	9	0	0	9	0	0	0	4	3	3	4	4	1,0	1,2	4,8	<b>10,0</b>
Teor de Sal	0	0	0	9	0	0	0	0	5	4	4	4	4	1,0	1,2	6,0	<b>12,0</b>
Teor de Gordura	0	9	0	0	3	0	0	0	5	4	4	3	4	1,0	1,2	6,0	<b>12,0</b>
<b>Peso Absoluto</b>	<b>0,26</b>	<b>14,83</b>	<b>3,72</b>	<b>7,60</b>	<b>21,09</b>	<b>8,87</b>	<b>30,33</b>	<b>5,99</b>									
<b>Peso Relativo (%)</b>	<b>0,3</b>	<b>16,0</b>	<b>4,0</b>	<b>8,2</b>	<b>22,8</b>	<b>9,6</b>	<b>32,7</b>	<b>6,5</b>									

**Fonte:** Autor (2017)

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como resultado da ferramenta QFD utilizada em uma empresa familiar que fabrica biscoitos caseiros em Vitória da Conquista, será possível investir recursos nos itens de maior relevância que trará maior importância para os clientes, não perdendo tempo com itens que trará um retorno menor.

Para que estas melhorias ocorram, se faz necessário que os responsáveis pelo setor produtivo e seus colaboradores se comprometam a analisar os processos de fabricação e realizar as modificações cabíveis necessárias para que se obtenha o padrão de qualidade exigido, desdobrando em uma maior competitividade para a empresa e se preparando para assumir novos mercados.

Conclui-se que o desafio de melhorar a qualidade do biscoito e atender as especificações ideais, torna-se real quando ocorre o encurtamento da comunicação entre consumidores e o fabricante do produto. Independente de qual ramo se atua, fica claro que o contato direto entre fornecedor/consumidor proporciona melhores resultados e satisfação para ambas as partes, ao fornecedor, por abrir as portas e aceitar a opinião externa, ao consumidor, por tornar possível adquirir um produto melhorado a partir de informações recorrentes de si.

## REFERÊNCIAS

ABIMAP. Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados. Estatísticas. Disponível em: <<https://www.abimapi.com.br/estatistica-biscoito.php>>. Acesso em: 23 de abr. 2018.

ANZANELLO, Michel J.; LEMOS, Fernando de Oliveira; ECHEVESTE, Márcia Elisa. Aprimorando Produtos Orientados ao Consumidor Utilizando Desdobramento da Função Qualidade (QFD) e Previsão de Demanda. *Produto & Produção*, vol. 10, n. 2, p. 01 – 27 de jun. 2009.

CARPINETTI, Luiz César Ribeiro. Gestão da Qualidade: Conceitos e Técnicas. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2016.

CARVALHO, L. R.; AMORIM, S. L.; TAVARES M. F. Sistema de indicadores de qualidade como ferramenta de gestão em um restaurante universitário: estudo de caso. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXIII, Anais..., 2003.

CARVALHO, Marly Monteiro de; PALADINI, Edson Pacheco. Gestão da qualidade: teoria e casos. Rio de Janeiro: Elsevier, ABEPROM, 2012.

CERVO, A. L. Metodologia científica. 5 ed. São Paulo. Prentice Hall, 2002.

CHENG, L. C. QFD em Desenvolvimento de Produto: Características Metodológicas e um Guia para Intervenção. *Revista Produção Online*. Vol. 3, No. 2. 2003.

EUREKA, William H.; KYAN, Nancy. QFD - perspectivas gerenciais do desdobramento da função qualidade. Rio de Janeiro: Qualimark, 1992.

LOOS, M. J.; MIGUEL, P. A. C. Utilização do QFD no desenvolvimento de novos produtos: uma análise das publicações em periódicos nacionais. *Produto & Produção (Online)*, v. 15, p. 17-31, 2014.

MAGRI, Juliana Maria. Aplicação do método QFD no setor de serviços: estudo de caso em um restaurante. Juiz de Fora: UFJF. 2009. 44 p. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009.

MARTINS, A.C.S. Implementação de ferramentas de gestão da qualidade em uma empresa familiar, no setor de serviços de saúde. *Revista Mundo da Gestão*, Vol. 2, p. 34-44, 2012.

NOVAES, Mirian de Jesus; QUEIROZ, Greiziane Araújo. O circuito inferior da economia urbana: A Produção de Biscoitos em Vitória da Conquista - BA. XII Colóquio Nacional do Museu Pedagógico, p. 1820-1824, 2017.

OTANI, N.; FIALHO, F. A. P. TCC: métodos e técnicas. 2. ed. Florianópolis: Visual Books, 2011.

RODRIGUES, Marcus Vinicius. Ações para a qualidade GEIQ: Gestão Integrada para a qualidade. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

SANTOS, I. E. Texto selecionado de métodos e técnicas de pesquisa científica. 4. Ed. rev. Atual. E ampl. Rio de Janeiro, 2003.

SILVA, Gustavo Borges. QFD Integrado com TRIZ: Um estudo de suas aplicações e impactos em uma indústria de válvulas automotivas. TCC em Engenharia Química. Lorena, SP, p. 17-18, 2015.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da produção. 3. ed. Atlas S.A.: São Paulo, 2009.

TOLEDO, José Carlos de; BORRÁS, Miguel Ángel Aires; MERGULHÃO, Ricardo Coser. Qualidade – Gestão e Métodos. LTC, 2017.

# Capítulo 2



10.37423/230407542

## A GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS E A INTEGRAÇÃO DOS PROCESSOS DE NEGÓCIO

Diego Milnitz

Universidade Federal do Paraná

Mônica Maria Mendes Luna

Universidade Federal de Santa Catarina



**Resumo:** A gestão da cadeia de suprimentos está baseada na colaboração entre as empresas numa visão voltada para a integração dos processos de negócios. Este artigo identifica os diversos processos de negócios que devem ser integrados entre as organizações ao longo da cadeia de suprimentos, e apresenta uma proposta de agrupamento tanto na sua denominação com na descrição das suas características e atividades dos processos identificados. Isso é realizado por meio de uma revisão da literatura sobre processos de negócios na cadeia de suprimentos onde foram identificados vinte e nove trabalhos que tratam diretamente dos temas. A partir desses trabalhos foram realizadas análises de semelhança e complementaridade entre os diversos processos de negócios até chegar a uma definição integrada e atual para os diversos processos de negócios existentes. A originalidade desta pesquisa está relacionada com esse agrupamento e organização dos processos de negócios que devem ser considerados na integração da cadeia de suprimentos de uma forma integrada e atual com a literatura existente.

**Palavras-chave:** Gestão da Cadeia de Suprimentos; Processos de Negócio; Integração dos Processos.

## 1. INTRODUÇÃO

Uma das principais mudanças gerenciais dentro das organizações tem sido na forma de atuação dos negócios, de estruturas funcionais para estruturas por processos (LAMBERT, 2014; LAMBERT e ENZ, 2017). Essa mudança permite que a produção de um produto ou serviço ao longo da cadeia de suprimentos, seja mais eficiente com relação à sequência e a integração dos processos tanto internamente como externamente (HILSDORF et al., 2009). Entretanto, a integração dos processos entre as organizações é complexa, visto que envolve organizações distintas, com culturas específicas, em diferentes estágios de desenvolvimento tecnológico e com métodos de gestão próprios e, por isso exige a colaboração entre elas (LAMBERT e COOPER, 2000; CROXTON et al., 2001; LAMBERT e KNEMEYER, 2004; HANDFIELD e NICHOLS, 2004).

A literatura destaca a importância da integração dos processos de negócio para a eficiência da gestão da cadeia de suprimentos (LAMBERT, 2008; BOWERSOX et al., 2008; KUMAR e NATH BANERJEE, 2014; HANDFIELD e NICHOLS, 2004; LAMBERT e COOPER, 2000; CROXTON et al., 2001 e LAMBERT e ENZ, 2017) mas, diferentes autores citam diversos processos de negócio a serem considerados para analisar e promover esta integração na cadeia de suprimentos.

Este trabalho tem como objetivo principal identificar e definir quais os processos de negócio que devem ser considerados na integração das organizações ao longo da cadeia de suprimentos. Com base em uma revisão da literatura, publicações que tratam da análise da cadeia de suprimentos adotando uma abordagem de processos são identificadas e os diversos processos de negócio são analisados detalhadamente. Dessa forma, permitindo que sejam sugeridos agrupamentos tanto na denominação dos processos como nas descrições das suas características e atividades.

Além dessa introdução o artigo apresenta uma revisão sobre a gestão da cadeia de suprimentos na segunda seção, descreve os procedimentos metodológicos na seção três, apresenta uma análise dos principais trabalhos na seção quatro e, os resultados e discussões na seção cinco, por fim, a seção seis traz as conclusões da pesquisa e sugestões de trabalhos futuros.

## 2. GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

O termo “Gestão da Cadeia de Suprimentos ou *Supply Chain Management - SCM*” começou a ser pesquisado a partir da década 80 (LAMBERT, 2014). Entretanto, apenas nos anos 90 aparecem os primeiros relatos de empresas que empreenderam esforços relacionados com essa abordagem, superando a visão tradicional, orientada excessivamente para os problemas internos, e focalizando a

gestão de suas relações com as demais organizações que compõem as cadeias de suprimentos (ALVES FILHO et al., 2004).

Segundo Bowersox et al. (2008), a cadeia de suprimentos começa no fornecedor inicial e termina com o consumidor final, entretanto, o seu gerenciamento a partir da empresa focal é limitado, na irrefutável maioria das vezes, ao primeiro nível da cadeia de suprimentos, também chamada de cadeia imediata, e numa menor parte das vezes ao segundo nível da cadeia, fornecedores dos fornecedores da empresa focal. Esse gerenciamento que ocorre entre as organizações que compõem uma cadeia, se caracteriza na Gestão da Cadeia de Suprimentos, que é, segundo Lambert (2014) e Lambert e Enz (2017), uma nova forma de gerenciamento dos negócios e seus relacionamentos. Administrar uma organização é gerenciar os relacionamentos e a colaboração nas cadeias, por meio da SCM.

Para Handfield e Nichols (2004), a Gestão da Cadeia de Suprimentos pode ser definida como a integração e a gestão das organizações pertencentes às cadeias de suprimentos. Além disso, essa gestão deve favorecer as relações organizacionais de colaboração e a integração dos processos de negócios com um alto nível de compartilhamento de informações para proporcionar desempenho e vantagem competitiva sustentável a todos os envolvidos na cadeia. De forma similar, Lambert (2014) afirma que a Gestão da Cadeia de Suprimentos é a integração dos principais processos de negócios por meio dos relacionamentos desde o usuário final até os fornecedores, que fornecem produtos, serviços e informações que adicionam valor para os clientes e para outros *stakeholders*.

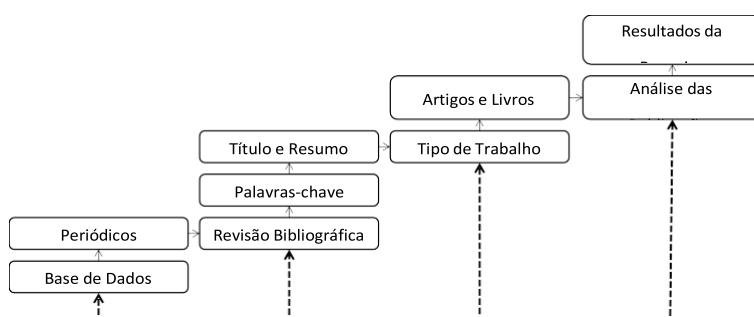
Este dois conceitos, apresentados nos trabalhos de Lambert (2014) e de Handfield e Nichols (2004), são amplamente utilizados nas pesquisas que buscam analisar a cadeia de suprimentos do ponto de vista das relações das empresas e da integração dos seus processos de negócio, isso é constatado nos trabalhos de Kieckbusch (2010); Santos (2008); Alves Filho et al. (2004); Bornia e Lorandi (2016); Aragão et al. (2004) e Scavarda et al. (2004).

Para Bowersox et al. (2008), a Gestão da Cadeia de Suprimentos consiste na colaboração entre as empresas para impulsionar o posicionamento estratégico e para melhorar a eficiência operacional. Para cada empresa envolvida, o relacionamento na cadeia de suprimentos reflete uma opção estratégica, sendo que as operações da cadeia exigem que os processos de negócios atravessem as áreas funcionais de cada empresa e conectem-se aos parceiros comerciais e clientes além das fronteiras organizacionais por meio da colaboração interorganizacional. Para isso, é necessária a definição clara de quais processos de negócios que devem ser integrados entre as organizações a fim

de tornar essa gestão uma realidade (LAMBERT, 2014; BOWERSOX et al., 2008; KUMAR e NATH BANERJEE, 2014; HANDFIELD e NICHOLS, 2004; LAMBERT e COOPER, 2000; CROXTON et al., 2001).

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente artigo caracteriza-se, em termos de metodologia, como um trabalho teórico conceitual, com enfoque na análise da literatura em bases relacionadas com a área de pesquisa, com o intuito de avaliar o tema processos de negócio sob a ótica da cadeia de suprimentos. Um método de revisão de literatura constituído de quatro etapas principais, conforme apresentado na Figura 1, foi conduzido e é descrito a seguir.



Fonte: desenvolvido pelos autores baseado no trabalho de Milnitz e Tubino (2013)

**Figura 1 – Fases do procedimento aplicado na pesquisa**

Inicialmente foram definidas as bases de dados Ebsco, Scopus e Scielo a serem usadas para identificar os artigos. A escolha dessas bases de dados deve-se ao fato de nestas estarem indexados periódicos das áreas de Engenharia de Produção, Logística e Gestão da Cadeia de Suprimentos e também por estar alinhado com as colocações de Marasco (2008), sobre a importância de selecionar bases de dados e periódicos que estejam alinhados com o tema de pesquisa. A pesquisa buscou publicações nas referidas bases sem uma delimitação temporal visando analisar como o tema vem sendo abordado ao longo dos anos.

Após a definição das bases de dados foram definidas duas palavras-chave que foram usadas na busca: “*business processes*” e “*supply chain*”. Estas palavras foram buscadas nos títulos e resumos das publicações. Os trabalhos encontrados com a combinação destas duas palavras-chave incluíram capítulos de livros, normas, artigos de congresso e artigos completos. Entretanto, a presente pesquisa teve como foco os artigos completos, que tratassem diretamente da análise da cadeia de suprimentos adotando uma abordagem por processos de negócio com o intuito de dar maior credibilidade ao trabalho e também delimitar a pesquisa.

Como resultado dessa etapa foram selecionadas 29 publicações que tratavam da análise da cadeia de suprimentos, sendo que 16 tratavam dos processos de negócio que devem ser considerados na cadeia de suprimentos.

#### 4. ANÁLISE DOS PRINCIPAIS TRABALHOS

Na revisão de literatura foram identificados dezesseis trabalhos (Quadro 1) que fornecem elementos para a análise da cadeia de suprimentos a partir dos processos de negócio. Contudo, entre esses dezesseis, somente alguns trabalhos definem de forma clara quais são os processos de negócio, bem como descrevem as principais características e atividades que estão envolvidos em cada processo.

Por exemplo, no trabalho de Gereffi e Fernandez-Stark (2016), a análise da cadeia de suprimentos é dividida em quatro fases, que são: i) a definição da estrutura de entrada e saída; ii) a definição do âmbito geográfico; iii) a definição do tipo de governança; e iv) a consideração do contexto institucional. Neste trabalho os processos de negócio são abordados na fase que determina a estrutura de entrada e saída, e são definidos como o processo de pesquisa e desenvolvimento, suprimentos, produção, distribuição, vendas e reciclagem dos produtos. Entretanto, os autores não descrevem quais as características de cada processo e como estão relacionados com a integração da cadeia de suprimentos, nem quais são as atividades que devem ser realizadas em cada um para permitir a integração internamente e externamente nas organizações. Diante disso, este trabalho no foi selecionado para análise final de conteúdo. No quadro 2 é apresentada uma síntese sobre todos os onze trabalhos que foram descartados por não apresentarem uma definição clara sobre quais processos devem ser utilizados, bem como a descrição das características e atividades envolvidas na integração da cadeia de suprimentos.

Autores	Síntese da pesquisa	Observações sobre os processos de negócio
Mentzer <i>et al.</i> (2001)	A pesquisa aborda a análise e estruturação da cadeia de suprimentos e sua gestão. Nesta são definidas sete atividades que devem ser realizadas para que a cadeia de suprimentos seja eficiente na sua gestão, são elas: i) comportamento integrado; ii) compartilhamento mútuo de informações; iii) compartilhamento mútuo de riscos e recompensas; iv) cooperação; v) objetivos comuns; vi) integração de processos; vii) relações de longo prazo.	Com relação aos processos de negócio que devem integrados ao longo a cadeia de suprimentos os autores citam os trabalhos de Lambert e Cooper (2000) e Pohlen e Lambert (2001). Mas, não deixam claro quais os processos de que devem ser considerados, somente definem áreas funcionais que devem ser consideradas na análise.
Chan e Qi (2003)	A pesquisa propõe a análise da cadeia de suprimentos a partir do mapeamento de seis processos (áreas), que são: i) fornecedores; ii) logística de entrada; iii) fabricação; iv) logística de saída; v) marketing e vendas; e vi) clientes finais. Além disso, cada processo (área) deve ser desdobrado em sub-processos onde serão definidos os indicadores de desempenho para medir a eficiência da cadeia de suprimentos.	Os autores consideram fundamental a análise a partir dos processos, porém não descrevem as principais características dos processos nem atividades que devem ser realizadas para a integração da cadeia de suprimentos.
Gereffi e Fernandez-Stark (2016)	A pesquisa sugere a análise das cadeias de suprimentos globais. Para isso, são definidas quatro dimensões de análise, que são: i) uma estrutura de entrada e saída, que descreve o processo de transformação de matéria-prima em produto final; ii) a análise geográfica da cadeia; iii) uma estrutura de governança, que avalia como a cadeia é administrada; e iv) uma análise do contexto institucional em que a cadeia de valor está incorporada.	Com relação aos processos de negócio da cadeia de suprimentos, a pesquisa não define quais devem ser considerados, dando ênfase somente para a gestão dos processos de manufatura, entretanto, não descreve as características e as atividades que devem ser consideradas para a integração ao longo da cadeia.
Mena <i>et al.</i> (2013)	Os autores sugerem avaliar a relação entre a empresa focal e seus fornecedores e os principais fornecedores dos fornecedores. Para isso, três características que devem ser avaliadas: i) as estruturas de poder na cadeia analisada; ii) a interdependência entre as empresas da cadeia; e iii) a estabilidade das relações de parceria.	A pesquisa não explica como deve ser realizada a análise da cadeia de suprimentos segundo as três características definidas. Além disso, não existe uma definição clara sobre quais processos de negócio devem ser considerados na cadeia de suprimentos.
Alves Filho <i>et al.</i> (2004)	Os autores propõem avaliar a cadeia de suprimentos segundo quatro pressupostos: i) ambiente competitivo; ii) alinhamento estratégico e distribuição de ganhos; iii) estrutura da cadeia; e iv) relações entre as empresas.	O modelo fala da importância da integração dos processos de negócio entre as empresas, porém, não deixa claro quais são os processos que devem ser integrados.
Aragão <i>et al.</i> (2004)	Os autores propõem avaliar a cadeia de suprimentos a partir de quatro dimensões-chave: i) integração dos processos de negócio ao longo da cadeia de suprimentos; ii) identificação das empresas chave na cadeia; iii) compartilhamento de informações; e iv) adoção de medidas de desempenho apropriadas para cadeias desuprimento.	A pesquisa considera os processos de negócio fundamentais para análise da cadeia de suprimentos, entretanto, não define quais são os processos que devem ser considerados. Além disso, os autores citam trabalhos de Lambert e Cooper (2000); Scavarda (2003); e Chan e Qi (2003), como referências para definição dos processos de negócios.
Pohlen e Lambert (2001)	A pesquisa foca na análise da cadeia de suprimentos a partir dos processos de negócio onde propõem com base na pesquisa de Lambert e Cooper uma melhoria nas considerações dos oito processos de negócio sugeridos.	Com relação aos processos de negócio essa pesquisa utiliza os mesmos processos de negócio sugeridos por Lambert e Cooper, porém melhora a descrição das características de cada processo, bem como descreve em detalhes as atividades que devem ser realizadas para implantação de cada processo no nível operacional e tático.

Scarvada <i>et al.</i> (2010)	Os autores sugerem a análise da cadeia de suprimentos a partir de oito etapas, que são: i) a identificação do mercado de atuação da cadeia de suprimentos; ii) a identificação dos membros da cadeia; iii) a identificação dos principais membros da cadeia; iv) a definição da estrutura da cadeia de suprimentos; v) a adaptação da estrutura da cadeia para o mercado de atuação definido; vi) o levantamento das informações sobre a configuração a gestão da cadeia; vii) a definição da configuração adequada para a gestão da cadeia; e viii) a análise e acompanhamento da configuração da gestão da cadeia de suprimentos.	Com relação aos processos de negócios os autores sugerem que sejam utilizados os mesmos processos sugeridos nos trabalhos de Lambert e Cooper (2000).
Savaris e Voltolini (2016)	Os autores sugerem um a análise da cadeia de suprimentos baseado no <i>Balanced ScoreCard</i> (BSC). A análise é realizada em quatro etapas, que são: i) o mapeamento da cadeia de suprimentos; ii) diagnóstico do grau de desenvolvimento da cadeia, a partir dos conceitos do BSC; iii) alinhamento estratégico; e iv) <i>feedback</i> das ações.	A pesquisa foca na análise estratégica da cadeia de suprimentos sem definir claramente quais os processos de negócio que devem ser considerados na fase de mapeamento da cadeia, nem como podem ser integrados entre as organizações ao longo da cadeia.
Helmick (2000)	O autor sugere a avaliação da cadeia de suprimentos a partir de seis competências básicas que deve ser trabalhadas ao longo da cadeia de suprimentos, são elas: i) integração de clientes; ii) integração interna; iii) integração de fornecedores de materiais e serviços; iv) integração de tecnologia e planejamento; v) integração dos indicadores de desempenho; e vi) parcerias ao longo da cadeia.	O modelo leva em consideração a integração dos processos de negócio e a parceria entre as empresas que participam da cadeia de suprimentos, mas, não descreve quais as características e as atividades de cada processo de negócio para permitir a integração ao longo da cadeia de suprimentos.
Fialho (2001)	O autor sugere a avaliação da cadeia de suprimentos segundo os princípios da <i>Filière</i> , sendo definidos dois aspectos fundamentais para análise da cadeia de suprimentos, a leitura econômica e a leitura técnica. Na primeira leitura é considerado o comportamento do mercado onde a cadeia atua e na segunda são avaliadas a estrutura	O modelo leva em consideração os processos de negócio para análise da cadeia, principalmente na leitura técnica, mas não deixa claro quais são os processos de negócio que devem ser considerados na análise da cadeia de suprimentos.
	da cadeia (Filière principal e secundária) e o seu desempenho (indicadores utilizados para medir a eficiência da cadeia).	

**Fonte:** próprios autores

#### Quadro 2 – trabalhos que foram eliminados da análise final de conteúdo

Diferentemente, na pesquisa de Lambert e Cooper (2000), a análise da cadeia de suprimentos é dividida em três fases, a análise da estrutura da cadeia, a definição dos processos de negócio e os componentes do gerenciamento da cadeia de suprimentos. Neste trabalho a segunda fase trata da definição dos processos de negócio e descreve quais os processos de negócio que devem ser considerados na integração da cadeia de suprimentos, apresentando as principais características sobre cada processo e as atividades que devem ser realizadas para possibilitar a integração tanto internamente entre os departamentos da organização como externamente de forma interorganizacional.

Como os objetivos da pesquisa são identificar e definir quais são os processos de negócio que devem ser utilizados na cadeia de suprimentos, então, é fundamental analisar trabalhos que definem esses processos e, além disso, descrevem quais são as características apresentadas pelos processos e atividades que devem ser realizadas para possibilitar a integração ao longo da cadeia de suprimentos.

No Quadro 3 é apresentada uma síntese dos cinco trabalhos selecionados para análise de conteúdo.

Autores	Síntese da pesquisa	Observações sobre os processos de negócio
Lambert e Cooper (2000)	A pesquisa sugere a análise da cadeia de suprimentos segundo três aspectos, são eles: i) processos de negócio; ii) componentes de gerenciamento; e iii) a estrutura da cadeia.	Os processos de negócio são definidos de forma clara, bem como sua integração entre as empresas ao longo da cadeia de suprimentos. Descrevendo as principais características de cada processo e as atividades que devem ser desempenhadas na integração ao longo da cadeia de suprimentos.
Stewart (1997)	O autor sugere um modelo chamado de <i>SCOR-model</i> , ou modelo de referência das operações na cadeia de suprimentos ( <i>Supply-Chain Operations Reference-model</i> ), é um método que faz uso de benchmarking e de avaliações para o aprimoramento do desempenho da cadeia de suprimentos. O modelo é baseado em três componentes, que são: i) a reengenharia dos processos de negócio; ii) o benchmarking; e iii) a análise das melhores práticas.	O modelo sugere cinco processos de negócio que devem ser analisados para a melhoria da eficiência da cadeia de suprimentos. O autor descreve as principais características de cada processo e as atividades envolvidas na sua realização e integração ao longo da cadeia de suprimentos.
Handfield e Nichols (2002)	Este trabalho foca nos processos de negócio como forma de integrar as organizações ao longo da cadeia de suprimentos, enfatizando a importância da tecnologia de informação para a efetiva troca de informações entre as organizações pertencentes a cadeia, desta forma, gerando valor para os clientes e acionistas.	Os processos de negócio são definidos, descrevendo as principais atividades que devem ser desempenhadas na integração ao longo da cadeia de suprimentos.
Srivastava <i>et al.</i> (1999)	A pesquisa sugere analisar a cadeia de suprimentos a partir dos processos de negócio que criam valor para os clientes e trazem retorno financeiro para os acionistas. Desta forma, são consideradas três atividades fundamentais na análise: i) o desenvolvimento de novas soluções ou melhoria das soluções existentes para os clientes; ii) o contínuo aumento da obtenção de entradas e sua transformação para saídas desejadas pelos clientes; e iii) a criação e aumento das colaborações e relacionamentos para entidades externas, especialmente os canais de marketing e clientes finais.	As atividades sugeridas na pesquisa devem ser realizadas por meio de três processos de negócios, isto é, o desenvolvimento de produtos, o gerenciamento da cadeia e o relacionamento entre os membros da cadeia. Estes são detalhados ao longo da pesquisa.
Melnyk <i>et al.</i> (2000)	Os autores sugerem a análise da cadeia de suprimentos levando em consideração cinco etapas: i) definição de quais processos compreendem a análise; ii) como são gerenciados ao longo da cadeia; iii) onde são realizados; iv) quando são aplicados; v) qual o custo envolvido.	Os processos de negócio são definidos, descrevendo as principais atividades que devem ser desempenhadas na integração ao longo da cadeia de suprimentos.

**Fonte:** próprios autores

**Quadro 3 – Trabalhos selecionados para análise de conteúdo**

A partir da análise dos quadros 2 e 3 é possível observar que apesar de todos os trabalhos considerarem importante os processos de negócio para a análise e integração da cadeia de suprimentos, poucos realmente definem quais são os processos que devem ser utilizados, descrevendo as características relacionadas com a integração na cadeia e as atividades que devem ser realizadas e implantadas. Neste caso, somente os trabalhos que realizaram essas definições e descrições, são os de: i) Lambert e Cooper (2000); ii) Srivastava et al. (1999); iii) Handfield e Nichols (2002); iv) Stewart (1997); e v) Melnyk et al. (2000). Com a identificação desses cinco trabalhos é possível relacionar todos os processos definidos por estes, permitindo assim uma análise mais detalhada sobre cada processo.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diante da identificação dos trabalhos que definem e descrevem em detalhes quais os processos e como devem ser implantados e integrados na cadeia de suprimentos é possível realizar uma análise para identificar semelhanças entre os processos identificados pelos diferentes autores, bem como complementaridades em relação as suas características e atividades.

Por exemplo, o processo de devoluções de produtos e materiais, é denominado de três formas diferentes: i) Lambert e Cooper (2000), denominam como gerenciamento das devoluções; ii) Handfield e Nichols (2002), como logística reversa; e iii) Stewart (1997), simplesmente como retorno. Estes processos apesar de apresentarem nomenclaturas diferentes são semelhantes e complementares entre si. São semelhantes porque estão relacionados com uma finalidade comum que é cuidar do retorno dos produtos e materiais, porém apresentam complementaridade entre as diferentes descrições, isto é, Lambert e Cooper (2000) quando tratam desse processo estão focados no gerenciamento do fluxo de retorno dos produtos e materiais, muito semelhante às colocações de Stewart (1997), por outro lado Handfield e Nichols (2002), além de considerar o gerenciamento do fluxo de retorno acrescentam a esse processo características relacionadas com a segurança, a viabilidade econômica e a sustentabilidade deste processo. Portanto, neste caso seria correto adequar a nomenclatura bem com definir suas características e atividades de forma a considerar as diversas definições sobre o mesmo processo de negócio. A mesma análise realizada neste exemplo foi aplicada aos demais processos de negócio o qual permitiu o agrupamento dos diversos processos de negócio no quadro 4 que apresenta a relação entre os diversos processos de negócio dos cinco trabalhos identificados.

Nº	Lambert e Cooper (2000)	Srivastava et al. (1999)	Handfield e Nichols (2002)	Stewart (1997)	Melnyk et al. (2000)
1	Gerenciamento do relacionamento com clientes	Relacionamento com clientes	Gerenciamento do relacionamento com clientes		
2	Gerenciamento da demanda		Planejamento da Demanda	Planejamento	Planejamento
3	Gerenciamento do serviço ao cliente		Prestação de serviços e atendimento dos pedidos		Gestão da capacidade
4	Atendimento dos pedidos	Processo de gerenciamento da cadeia de suprimentos		Entrega	Entrega
5	Gerenciamento do relacionamento com fornecedor		Gerenciamento do relacionamento com fornecedor	Abastecimento	Aquisição e abastecimento
6	Gerenciamento do fluxo de manufatura		Customização da manufatura		Manufatura
7	Desenvolvimento de produtos	Desenvolvimento de produtos	Desenvolvimento de produtos e serviços	Fabricação	Desenvolvimento de produtos
8	Gerenciamento das devoluções		Apoio ao ciclo de vida dos produtos		Desenvolvimento de processos
			Logística reversa	Retorno	

**Fonte:** próprios autores

**Quadro 4 – Relação entre os processos de negócio definidos nos cinco trabalhos identificados**

A partir da identificação das semelhanças e complementaridades entre os diversos processos de negócio definidos nos cinco trabalhos selecionados, é possível sugerir um agrupamento das denominações, bem como uma organização das características e atividades dos processos de negócio que considere as diversas visões apresentadas de forma sintética no quadro 4. Portanto, o agrupamento das denominações dos processos de negócio propostos são: i) gerenciamento do relacionamento com clientes; ii) gerenciamento da demanda e capacidade; iii) gerenciamento do serviço ao cliente; iv) gerenciamento do atendimento e entrega dos pedidos; v) gerenciamento da aquisição e suprimentos; vi) gerenciamento e customização da manufatura; vii) gerenciamento do desenvolvimento de produtos e serviços; e viii) gerenciamento da logística reversa.

O processo de gerenciamento do relacionamento com clientes busca levantar as necessidades dos clientes e diminuir as atividades que não agregam valor aos clientes na cadeia de suprimentos (LAMBERT e ENZ, 2017). Handfield e Nichols (2002), acrescentam ainda que esse processo deve facilitar o compartilhamento de informações estratégicas, o planejamento conjunto e as operações integradas. Além disso, deve permitir a identificação de clientes em potencial, a aprendizagem sobre o uso e aplicação do produto, o desenvolvimento e execução de programas de propaganda e promoção e o gerenciamento de tecnologias de informação sobre o cliente (SRIVASTAVA et al., 1999).

O processo de gerenciamento da demanda e capacidade trata de gerenciar a demanda dos clientes e os estoques de forma integrada em todas as principais ligações ao longo da cadeia de suprimentos (LAMBERT e ENZ, 2017), definindo os recursos e estoques necessários, a forma de distribuição e a sua capacidade produtiva (STEWART, 1997). Do mesmo modo, deve-se realizar uma avaliação da demanda e do projeto estratégico para obter o máximo de capacidade de resposta às necessidades do cliente (HANDFIELD e NICHOLS, 2002). Na abordagem de Melnyk et al. (2000), os autores identificam duas diferentes perspectivas de processos relacionadas ao gerenciamento da demanda: o “planejamento” da demanda, que trata da administração e organização dos recursos necessários de forma antecipada e a “gestão da capacidade”, responsável pelas ações que asseguram a capacidade necessária para atender as demandas.

O processo de gerenciamento do serviço ao cliente é o processo que mostra a “imagem” da empresa perante o cliente, provendo-o de informações em tempo real, como data de expedição e disponibilidade de produtos entre outras (SRIVASTAVA et al., 1999; LAMBERT, 2014 e LAMBERT e ENZ, 2017). Além dessas informações relacionadas com o pedido do cliente, Handfield e Nichols (2002), acrescentam ao processo a responsabilidade pelo apoio aos produtos fornecidos durante o ciclo de vida dos mesmos, incluindo atividades de garantia, manutenção e reparos.

O processo de atendimento e entrega dos pedidos procura atender as necessidades crescentes dos clientes em diversas dimensões como, por exemplo, quantidade, prazo e qualidade (LAMBERT, 2014 e LAMBERT e ENZ, 2017). Para Stewart (1997); Handfield e Nichols (2002) e Melnyk et al. (2000), esse processo está relacionado com o gerenciamento do pedido até o crédito pelo cliente, incluindo as atividades de gerenciamento do armazém, transporte dos produtos e a criação de base de dados dos consumidores, dos produtos e preços. Srivastava et al. (1999), acrescenta ainda ao processo de atendimento dos pedidos, a atividades de processamento do pedido e faturamento, bem como a gestão dos múltiplos canais de distribuição.

O processo de gerenciamento da aquisição e suprimentos define como a empresa se relaciona com seus fornecedores (LAMBERT e ENZ, 2017). Esse processo tem como principais atividades, a compra de matéria-prima, a qualificação e certificação de fornecedores, o monitorando qualidade, a negociação de contratos com vendedores e o recebimento de materiais (STEWART, 1997; SRIVASTAVA et al., 1999 e MELNYK et al., 2000). Além disso, o desenvolvimento e o gerenciamento dos relacionamentos com os fornecedores facilitam o compartilhamento de informações estratégicas, o planejamento conjunto e as operações integradas (HANDFIELD e NICHOLS, 2002).

O processo de gerenciamento e customização da manufatura tem como principal objetivo ser flexível e conseguir responder rapidamente à demanda (LAMBERT, 2014 e LAMBERT e ENZ, 2017). Esse processo tem como atividades a fabricação do produto final, os testes de qualidade, a embalagem dos produtos e as mudanças necessárias nos processos produtivos (STEWART, 1997; SRIVASTAVA et al., 1999 e MELNYK et al., 2000). Handfield e Nichols (2002), acrescentam ainda que esse processo deve dar apoio as ações estratégicas de manufatura e facilitar do adiamento (postponement) por meio da cadeia de suprimentos.

O processo de desenvolvimento de produtos e serviços trata do trabalho em conjunto entre clientes e fornecedores para o desenvolvimento e lançamento de produtos e serviços mais eficientes (STEWART, 1997; LAMBERT, 2014 e LAMBERT e ENZ, 2017). Para Srivastava et al. (1999), este processo tem como responsabilidades o levantamento das novas necessidades dos clientes, o desenvolvimento de novas soluções aos clientes. Handfield e Nichols (2002), acrescentam ainda que esse processo deve considerar o desempenho e sustentabilidade dos produtos e serviços desenvolvidos.

Na abordagem de Melnyk et al. (2000), os autores tratam o processo de desenvolvimento sob duas perspectivas, a do “produto/serviço” responsável pelo projeto de produto/serviço e sua melhoria, para responder ao cliente de forma competitiva e a do “processo” responsável pelo projeto de vários processos e estruturas encontradas ao longo da empresa e na cadeia de suprimentos.

Finalmente o último processo trata do gerenciamento da logística reversa e responde pelo destino dos produtos devolvidos pelos clientes ou consumidores finais, assim como gerencia o fluxo de retorno de materiais (LAMBERT, 2014 e LAMBERT e ENZ, 2017). Este processo estende-se à pós-venda dando suporte ao consumidor e tem como finalidade gerenciar o retorno de materiais, do produto acabado, manutenção de produtos e reparos (STEWART, 1997). Além disso, deve garantir a devolução e o descarte de produtos de modo seguro e economicamente viável (HANDFIELD e NICHOLS, 2002).

## 6. CONCLUSÕES

Para que a cadeia de suprimentos consiga ser eficiente em sua gestão é fundamental que existe uma integração dos processos de negócio tanto internamente nas organizações por meio dos seus departamentos como externamente de forma interorganizacional. Entretanto, diferentes autores citam diversos processos de negócio a serem considerados para analisar e promover esta integração da cadeia de suprimentos.

A partir dessas diversas possibilidades esta pesquisa apresentou um agrupamento de oito processos de negócio que devem ser integrados ao longo da cadeia de suprimentos. Para isso, foi realizada uma revisão da literatura nas principais bases da área sobre o tema “processos de negócio sob a ótica da gestão da cadeia de suprimentos”, que identificou dezenas de publicações relacionadas à análise da cadeia de suprimentos a partir dos processos de negócio. Dentre estes trabalhos, cinco foram selecionados para uma análise mais detalhada, pois apresentam uma definição clara sobre quais processos de negócio devem ser integrados entre as organizações ao longo da cadeia de suprimentos.

Como resultado dessa análise, foi realizado um agrupamento das denominações e a organização das descrições sobre as características e atividades considerando as diversas contribuições até o presente momento, desta forma, conforme proposta dessa pesquisa os processos de negócio foram definidos como: i) gerenciamento do relacionamento com cliente; ii) gerenciamento da demanda e capacidade; iii) gerenciamento do serviço ao cliente; iv) gerenciamento do atendimento e entrega dos pedidos; v) gerenciamento da aquisição e suprimentos; vi) gerenciamento e customização da manufatura; vii) gerenciamento do desenvolvimento de produtos e serviços; e viii) gerenciamento da logística reversa.

A principal contribuição da pesquisa está relacionada com a análise detalhada dos diversos processos de negócio a serem considerados na integração da cadeia de suprimentos, permitindo assim o agrupamento e a descrição detalhada das características e atividades envolvidas nessa integração por meio das diversas contribuições da literatura até o presente momento.

Como sugestão para futuros trabalhos pode-se citar a avaliação do grau de integração dos processos de negócio entre as organizações pertencentes a uma mesma cadeia de suprimentos, bem como a identificação de fatores que possam influenciar essa integração.

## REFERÊNCIAS

- ALVES FILHO, A. G., CERRA, A. L., MAIA, J. L., SACOMANO NETO, M. e BONADIO, P. V.G. Pressupostos da gestão da cadeia de suprimentos: evidências de estudos sobre a indústria automobilística. *Gestão & Produção*, 11(3), 275-288, 2004.
- ARAGÃO, A. B. D., SCAVARDA, L. F., HAMACHER, S. e PIRES, S. R. I. Modelo de análise de cadeias de suprimentos: fundamentos e aplicação às cadeias de cilindros de GNV. *Gestão & Produção*, 11(3), 299-311, 2004.
- BORNIA, A. C. e LORANDI, J. A. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (SCM) Uma estrutura conceitual. *Revista da FAE*, 14(1), 92-109, 2016.
- BOWERSOX, D. J., CLOSS, D. J. e COOPER, M. B. Gestão da cadeia de suprimentos e logística. Elsevier, 2008.
- CHAN, F. T. e QI, H. J. An innovative performance measurement method for supply chain management. *Supply chain management: An international Journal*, 8(3), 209-223, 2003.
- CROXTON, K. L., GARCIA-DASTUGUE, S. J., LAMBERT, D. M. e ROGERS, D. S. The supply chain management processes. *The International Journal of Logistics Management*, 12(2), 13-36, 2001.
- FIALHO, M. L. A análise de filière como ferramenta para sistematização de informações com vistas a sustentabilidade: um estudo de caso para a Irani Papel e Celulose. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis, 2001.
- GEREFFI, G. e FERNANDEZ-STARK, K. Global value chain analysis: a primer. 2th. Ed. Center on Globalization, Governance & Competitiveness, Duke University, 2016.
- HANDFIELD, R. B. e NICHOLS, E. L. Supply chain redesign: Transforming supply chains into integrated value systems. FT Press, 2002.
- HANDFIELD, R. B. e NICHOLS, E. L. Key issues in global supply base management. *Industrial Marketing Management*, 33(1), 29-35, 2004.
- HELMICK, J. S. 21st century logistics: Making supply chain integration a reality. *Transportation Journal*, 40(1), 48-48, 2000.
- HILSDORF, W. D. C., ROTONDARO, R. G. e PIRES, S. R. I. Integração de processos na cadeia de suprimentos e desempenho do serviço ao cliente: um estudo na indústria calçadista de Franca. *Gestão & Produção*, 16(2), 232-244, 2009.
- KIECKBUSCH, R. E. Cadeias de suprimentos da indústria têxtil e de confecções do médio Vale do Itajaí: comparativo entre a realidade encontrada e os referenciais teóricos. Tese defendida no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção na Universidade de Florianópolis Santa Catarina. Florianópolis, 2010.
- KUMAR, G. e NATH BANERJEE, R. Supply chain collaboration index: an instrument to measure the depth of collaboration. *Benchmarking: An International Journal*, 21(2), 184-204, 2014.

LAMBERT, D. M. Supply chain management: processes, partnerships, performance. 4th. Ed. Sarasota. Supply Chain Management Inst, 2014.

LAMBERT, D. M. e COOPER, M. C. Issues in supply chain management. *Industrial Marketing Management*, 29(1), 65-83, 2000.

LAMBERT, D. M. e ENZ, M. G. Issues in Supply Chain Management: Progress and potential. *Industrial Marketing Management*, 62, 1-16, 2017.

LAMBERT, D. M. e KNEMEYER, A. M. We're in this together. *Harvard business review*, 82(12), 114-124, 2004.

MARASCO, A. Third-party logistics: A literature review. *International Journal of production economics*, 113(1), 127-147, 2008.

MELNYK, S. A., STANK, T. P. e CLOSS, D. J. Supply chain management at Michigan State University: the journey and the lessons learned. *Production and Inventory Management Journal*, 41(3), 13, 2000.

MENA, C., HUMPHRIES, A. e CHOI, T. Y. Toward a theory of multi-tier supply chain management. *Journal of Supply Chain Management*, 49(2), 58-77, 2013.

MENTZER, J. T., DEWITT, W., KEEBLER, J. S., MIN, S., NIX, N. W., SMITH, C. D. e ZACHARIA, Z. G. Defining supply chain management. *Journal of Business logistics*, 22(2), 1-25, 2001.

MILNITZ, D. e FERRARI TUBINO, D. Uma análise das publicações sobre sustentabilidade empresarial nos principais periódicos internacionais sobre Engenharia de Produção. *Exacta*, 11(1), 2013.

POHLEN, T. L. e LAMBERT, D. M. Supply chain metrics. *International Journal of Logistics Management*, 12(1), 1-19, 2001.

SANTOS, A. Modelo de Referência para o Processo de Desenvolvimento de Produtos em um Ambiente de SCM. 2008. 408 f Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica-Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008.

SAVARIS, C. E. e VOLTOLINI, E. Modelo de aplicação do balanced scorecard para cadeia de suprimentos. *Revista da FAE*, 7(2), 2016.

SCARVADA, L. F., HAMACHER, S. e PIRES, S. R. I. A model for SCM analysis and its application. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 1(1), 29-52, 2010.

SRIVASTAVA, R. K., SHERVANI, T. A. e FAHEY, L. Marketing, business processes, and shareholder value: An organizationally embedded view of marketing activities and the discipline of marketing. *The Journal of Marketing*, 168-179, 1999.

STEWART, G. Supply-chain operations reference model (SCOR): the first cross-industry framework for integrated supply-chain management. *Logistics information management*, 10(2), 62-67, 1997.

# Capítulo 3



10.37423/230407568

## ANÁLISE DA ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE NORMALIZADO PARA O CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LEONARDO DE SOUSA SILVA

UNESP - GUARATINGUETÁ - FEG

JOÃO BATISTA TURRIONI

UNESP - GUARATINGUETÁ - FEG



**Resumo:** As instituições de ensino precisam direcionar seu foco, principalmente, no planejamento e tomada de decisões, para atender as necessidades dos seus clientes avaliando continuamente a sua qualidade, para identificar ações de melhoria necessárias à garantia da satisfação dos clientes e da sua própria sobrevivência. Para tanto, recomenda-se que a IES desenvolva e implante uma estratégia organizacional bem estruturada, levando em conta alunos, professores, colaboradores, infraestrutura e todos os aspectos relevantes para sua avaliação, com vistas a identificar seus pontos fortes e fracos. O objetivo geral do presente trabalho é avaliar a adequação do sistema de gestão da qualidade para o ensino superior, identificando quais são os fatores que impactam a eficácia desta abordagem neste setor e tem como objetivos específicos identificar os fatores que afetam o desenvolvimento do sistema de gestão normalizado no ensino superior e definir uma proposta para implantação do sistema de gestão da qualidade normalizado. Como procedimentos metodológicos foram utilizados a revisão bibliográfica e pesquisa qualitativa através do método da pesquisa-ação. Para se avaliar percepções e atitudes foram utilizados questionários denominados escalas ou instrumentos de medição. As perguntas foram elaboradas segundo os princípios para o sistema de gestão para organizações educacionais, garantindo a padronização e a comparação dos dados entre os entrevistados. Os dados foram tabulados, utilizando gráficos que apresentam o grau de percepção do respondente em relação a uma determinada pergunta. Com os dados obtidos, foram feitas considerações embasadas na ABNT NBR ISO 21001:2020. Foram propostas ações e aspectos relacionados aos seguintes princípios de gestão: foco nos alunos e outros beneficiários, engajamento das pessoas e princípio de melhorias.

**Palavras-chave:** satisfação dos clientes. sistema de gestão da qualidade. qualidade para o ensino superior.

## 1 INTRODUÇÃO

A busca pela qualidade visando a sobrevivência no mercado competitivo tornou-se fator crítico para obter a satisfação dos clientes e das partes interessadas. A Qualidade enquanto adequação ao uso visa garantir que o produto ou serviço em questão atenda aos anseios, expectativas e necessidades básicas do cliente, promovendo assim, a sua satisfação em relação ao produto ou serviço (PALADINI, 2006). Desta forma as mudanças frequentes no mercado e a crescente competitividade, geradas pelo processo de globalização, têm exigido melhores desempenhos, produtos ou serviços de maior qualidade a custos menores, objetivando elevar a satisfação do cliente.

O maior número das Instituições de Ensino Superior (IES) pertence a iniciativa privada e, consequentemente, também o maior número de matrículas. Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais - Anísio Teixeira (INEP) em 2019, 88,4% das instituições de educação superior são privadas. Há trezentas e duas IES públicas e dois mil trezentos e seis IES privadas no Brasil e entre as IES privadas, predominam as faculdades (83,8%). A consequência disso, é que as IES privadas desenvolvem entre si uma ferrenha competição no mercado, a fim de captar alunos e manter ou aumentar seus lucros.

É preciso que a IES desenvolva e implante uma estratégia organizacional bem estruturada, levando em conta alunos, professores, colaboradores, infraestrutura e todos os aspectos relevantes para sua avaliação, com vistas a identificar seus pontos fortes e fracos, para então promover ações que possibilitem atingir a excelência na qualidade do ensino (SAMPAIO, 2014).

Para tanto, torna-se necessário que as IES desenvolvam atividades fundamentais para o monitoramento da qualidade nos serviços educacionais, as quais já se apresentam através do Projeto Político Pedagógico e dos instrumentos de autoavaliação. Contudo, esses instrumentos precisam ser postos efetivamente em prática, para que possam retratar fielmente a realidade da IES e, assim, contribuir para o seu desempenho e competitividade (SAMPAIO, 2014). Durante este processo é possível diagnosticar potenciais fragilidades que impedem a prestação dos serviços com qualidade.

O sistema de gestão da qualidade normalizado já está consolidado na área de manufatura, entretanto no setor de serviços ainda existem muitas perguntas a serem respondidas. No contexto brasileiro isto é ainda mais importante, pois são poucos os estudos que analisam esse tema.

Essa pesquisa pretende responder a seguinte questão: Considerando as particularidades dos serviços educacionais, quais os fatores que impactam a implantação no sistema de gestão da qualidade normalizado em IES privadas?

O objetivo geral é avaliar a adequação do sistema de gestão da qualidade para o Ensino Superior, identificando quais são os fatores que impactam a eficácia desta abordagem neste setor. Tem como objetivos Específicos: Identificar os fatores que afetam o desenvolvimento do sistema de gestão normalizado no ensino superior; Definir uma proposta para implantação do sistema de gestão da qualidade normalizado no ensino superior.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 GESTÃO DA QUALIDADE NO SETOR EDUCACIONAL

As IES, durante muito tempo, não sofreram nenhum tipo de pressão para sobreviver, mas nos últimos anos, a competição aumentou e, por isso, os construtos de qualidade de serviço ganharam a atenção de vários pesquisadores (ANSARY; JAYASHREE; MALARVIZHI, 2014., SOPON; CUZA, 2013., TEMIZER; TURKYILMAZ, 2012).

A adoção de um sistema de gestão de qualidade na educação busca garantir que o planejamento, organização, controle e liderança sejam conduzidos assegurando assertividade e melhoria contínua do seu desempenho e, especialmente a qualidade da educação.

A instituição de ensino se apresenta como um sistema e a gestão de qualidade de um sistema de ensino consiste no conjunto de atividades coordenadas, usadas para dirigir e controlar uma organização com bases em políticas e diretrizes estabelecidas para alcançar seus objetivos determinados no planejamento estratégico (COLOMBO, 2004).

No âmbito educacional, de acordo com Gomes (2009) alguns critérios de qualidade são fundamentais para a gestão educacional, sendo interpretados como itens prioritários. Alguns deles são apresentados a seguir:

- a) projeto político-pedagógico que possibilite dotar a escola de um sistema pedagógico eficaz;
- b) currículo verdadeiro que permita que o currículo seja definido assegurando atualidade, contextualização e flexibilidade;

- c) aprendizagem institucional contemplando a educação, treinamento e desenvolvimento do corpo docente e os demais;
- d) disciplina envolvendo um processo de educação da vontade oferecido aos estudantes de forma que compreendam os objetivos educacionais e mantenham-se firmes em função desses objetivos;
- e) organização do tempo e espaço na construção de um ambiente interativo e prazeroso por meio da ampliação do tempo de permanência dos alunos.

## 2.2 ABNT NBR ISO 21001:2020 – ORGANIZAÇÕES EDUCACIONAIS - SISTEMAS DE GESTÃO PARA ORGANIZAÇÕES EDUCACIONAIS – REQUISITOS COM ORIENTAÇÃO PARA USO

Em março de dois mil e vinte a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou um Sistema de Gestão para Organizações Educacionais (SGOE). Trata-se da ABNT NBR ISO 21001, idêntica a Organização Internacional de Padronização ISO 21001, que demonstra a capacidade de apoiar a aquisição e o desenvolvimento de competências por meio de ensino, aprendizagem ou pesquisa. Vale salientar que a ABNT NBR ISO 21001:2020 é uma norma baseada na ABNT NBR ISO 9001 com requisitos específicos para gestão de Organizações Educacionais.

Esta norma propõe um sistema de gestão, com visão sistêmica, incluindo o processo de melhoria contínua e garantia da conformidade, que busca atender aos requisitos de alunos, colaboradores, bem como de outras partes interessadas pertinentes, por meio de uma aplicação eficaz do Sistema de Gestão para Organizações Educacionais (SGOE).

Há uma necessidade crítica e contínua de as organizações educacionais avaliarem até que ponto elas atendem aos requisitos de alunos e de outros beneficiários, bem como de outras partes interessadas pertinentes e melhorar sua capacidade de continuar a fazê-lo. Vale salientar que todas as partes interessadas se beneficiarão de sistemas de gestão normalizados em organizações educacionais.

O foco principal do SGOE é atender às necessidades dos alunos e de outros beneficiários e exceder suas expectativas. Convém que as organizações educacionais envolvamativamente os alunos em seu próprio aprendizado, levando em consideração as necessidades da comunidade, visão e missão da organização educacional, e objetivos e resultados do curso.

É uma norma baseada na ISO 9001, porém com uma especificidade para os serviços educacionais. A gestão de processos e do sistema como um todo pode ser alcançada usando o ciclo PDCA visando

aproveitar as oportunidades e prevenir resultados indesejáveis. A seguir tem-se os princípios da ISO 21001 abordados na pesquisa:

- a) Foco nos alunos e outros beneficiários** – O foco principal é atender aos requisitos do aluno e de outros beneficiários superando suas expectativas.
- b) Engajamento de pessoas** – É importante respeitare e engajar todas as pessoas em todos os níveis. O reconhecimento, a capaticaão e o aprimoramento da competência facilitam o engajamento das pessoas na realizaçao dos objetivos da organização.
- c) Melhorias** – As organizações de sucesso tem foco na melhoria contínua. A melhoria é essencial para uma organização manter os níveis atuais de desempenho, para reagir a mudanças nas suas condições internas e externas e criar novas oportunidades.

### 3 MÉTODO DE PESQUISA

Quanto ao procedimento de pesquisa, será utilizado o método pesquisa-ação, uma vez que busca analisar de forma clara, um curso em específico dentro de um sistema amplo de Instituição de Ensino Superior.

Segundo Craighead e Meredith (2008) a pesquisa-ação é um dos métodos qualitativos emergentes, podendo ser empregada para que o pesquisador aprofunde seus conhecimentos acerca de um fenômeno e estabeleça questões de pesquisa mais pertinentes. Vale salientar que o pesquisador e o cliente colaboraram na elaboração e desenvolvimento de um diagnóstico para a solução do problema.

A pesquisa-ação foi realizada em uma **Instituição de Ensino Superior localizada na cidade de Juazeiro do Norte-Ce**. A escolha da organização pesquisada se deveu a sua importância no cenário regional, como também pelo interesse da organização nos resultados do trabalho. A pesquisa foi desenvolvida no curso de Engenharia de Produção.

O propósito é apurar a adequação da utilização da NBR ISO 21001:2020 na IES identificando os pontos que influenciam a implantação do sistema de gestão e os principais resultados obtidos com esta implantação, colocando a disposição da equipe de gestão ferramentas e possibilidades para a melhoria da qualidade dos serviços prestados.

A técnica de coleta de dados será por questionário. Participaram da entrevista professores, colaboradores e o coordenador do curso. Os grupos foram segregados visando envolver todos os beneficiários no processo.

A proposta é usar a norma ABNT NBR ISO 21001:2020 para elaborar um diagnóstico da situação atual, verificando os quesitos que a norma solicita que a IES atende ou não atende. Pretende-se propor um plano de ações e submeter o mesmo para os gestores, discutindo as ações que devem ser executadas e quem deve fazer dentro da estrutura de gestão da IES.

#### 4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS

Por decisão da faculdade, não foi possível aplicar o questionário com os alunos do curso de engenharia de produção. A justificativa utilizada foi a fase de adaptação do cenário pandêmico com as atividades presenciais retomadas. A escala de Likert foi escolhida para extrair dados qualitativos. São perguntas fechadas escalonadas, de maneira que o respondente indicasse o seu posicionamento diante da pergunta, emitindo a opinião a respeito da sua percepção e entendimento.

As perguntas foram elaboradas segundo os princípios para o Sistema de Gestão para Organizações Educacionais, garantindo a padronização e a comparação dos dados entre os entrevistados. Conforme o quadro 1, participaram da pesquisa dezesseis docentes do curso de engenharia de produção e quatro colaboradores que atuam diretamente nas atividades do curso. Considerações foram feitas através da análise dos dados obtidos.

**QUADRO 1-** Quantidade de respondente ao questionário

Respondentes	Quantidade
Professores	16
Colaboradores do curso	4

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Para que fosse possível a análise, foram definidos valores como padrão para expressar o grau de percepção do respondente em relação a determinada questão, conforme o quadro 02.

**QUADRO 2 -** Grau de percepção do respondente

GRAU	Legenda
0	Nunca (0%)
1	Raramente (20%)
2	Poucas vezes (40%)
3	Com frequência (60%)
4	Muitas vezes (80%)
5	Todas as vezes (100%)

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

O questionário buscou elementos que possibilassem a identificação de pontos referenciais relacionados a: foco nos alunos e outros beneficiários, engajamento das pessoas e melhorias. Os dados

foram tabulados, utilizando gráficos que apresentam o grau de percepção do respondente em relação a uma determinada pergunta. Com os dados obtidos, foram feitas considerações embasadas na ABNT NBR ISO 21001:2020.

## 5 PROPOSTA PARA IMPLEMENTAÇÃO

A amplitude e a mediana foram usadas para a priorização das ações a serem executadas na implantação do SGOE. A mediana de 4 ou 5 significa que o critério é atendido e que uma mediana de 1, 2 ou 3 significa que o critério não é atendido. Amplitudes com valores maiores ou igual a três, sugerem o desenvolvimento de ações, pois compreendem nas respostas opções como nunca, raramente e poucas vezes.

O quadro 3 apresenta análise das respostas relacionadas ao princípio de gestão Foco nos alunos e outros beneficiários.

**QUADRO 3 - Foco nos alunos e outros beneficiários**

Questão	Pergunta	Amplitude	Mediana
1	A organização entende as necessidades e expectativas atuais e futuras dos alunos e outros beneficiários.	2	4,5
2	A organização conecta os objetivos da organização com as necessidades e expectativas dos alunos e outros beneficiários.	2	4
3*	A organização comunica as necessidades e expectativas dos alunos e outros beneficiários a toda a organização.	3	3
4	A organização planeja, projeta, desenvolve e apóia produtos e serviços educacionais para atender às necessidades e expectativas dos alunos e de outros beneficiários.	2	5
5*	A organização mede e monitora a satisfação do aluno e de outros beneficiários e toma as medidas apropriadas.	3	4
6*	A organização gerencia ativamente as relações com os beneficiários para alcançar o sucesso sustentado.	4	4
7	A organização oferece cursos em diversas modalidades, como em tempo integral, tempo parcial e por meio de e-learning (Ensino à Distância-EAD).	2	5
8	A organização cria uma política curricular organizacional que enfatiza a aprendizagem ativa.	2	4,5
9	A organização cria espaços colaborativos em instalações.	1	5
10	A organização cria uma estrutura para experimentar e implementar novas técnicas curriculares.	2	4,5

**Fonte:** Produção do próprio autor.

Conforme mostra o quadro 3 as respostas para as questões 1, 2, 4, 7, 8, 9 e 10 apresentaram baixas amplitudes, com valores menores que 3, e medianas maiores ou iguais a 4. Portanto, não será preciso desenvolver ações para essas questões, uma vez que os requisitos do sistema já estão sendo atendidos.

Verifica-se a necessidade de desenvolver ações para a questão 3, pois as respostas obtidas não atendem aos requisitos do sistema.

Nas questões 5 e 6 a mediana foi satisfatória, porém os valores das amplitudes foram maiores ou iguais a 3, o que sinaliza a necessidade do desenvolvimento de ações.

O quadro 4 apresenta análise das respostas relacionadas ao princípio de gestão Engajamento das pessoas.

**QUADRO 4 - Engajamento das pessoas**

Questão	Pergunta	Amplitude	Mediana
11*	A organização promove a colaboração em toda a organização.	3	5
12*	A organização facilita a discussão aberta e o compartilhamento de conhecimentos e experiências.	4	4
13*	A organização empodera as pessoas para determinar restrições ao desempenho e para tomar iniciativas sem medo.	4	3,5
14*	A organização reconhece e aceita a contribuição, aprendizagem e aperfeiçoamento das pessoas	5	4,5
15*	A organização aloca recursos para que as pessoas aprendam, melhorem e se mantenham atualizadas.	5	4,5
16	A organização permite a autoavaliação do desempenho em relação aos objetivos pessoais.	2	4
17	A organização realiza pesquisas para avaliar a satisfação das pessoas, comunica os resultados e toma medidas apropriadas.	2	4

**Fonte:** Produção do próprio autor.

Conforme mostra o quadro 4 as respostas para as questões 16 e 17 apresentaram baixas amplitudes, com valores menores que 3, e medianas maiores ou iguais a 4. Portanto, não será preciso desenvolver ações para essas questões, uma vez que os requisitos do sistema já estão sendo atendidos.

Verifica-se a necessidade de desenvolver ações para a questão 13, pois as respostas obtidas não atendem aos requisitos do sistema.

Nas questões 11, 12, 14 e 15 a mediana foi satisfatória, porém os valores das amplitudes foram maiores ou iguais a 3, o que sinaliza a necessidade do desenvolvimento de ações.

O quadro 5 apresenta análise das respostas relacionadas ao Princípio de melhorias.

### QUADRO 5 – Princípio de melhorias

Questão	Pergunta	Amplitude	Mediana
18	A organização promove o estabelecimento de objetivos de melhoria em todos os níveis da organização seguida prevenções	2	4
19	A organização educa e treina as pessoas em todos os níveis sobre como aplicar ferramentas básicas e metodologias para alcançar os objetivos de melhoria	2	4
20	A organização assegura que as pessoas sejam competentes para promover e concluir com sucesso projetos de melhoria	2	5
21	A organização desenvolve e desdobra processos para implementar projetos de melhorias em toda a organização	2	4,5
22*	A organização acompanha, analisa criticamente e audita o planejamento, a execução, a conclusão e os resultados dos projetos de melhoria	4	3,5
23*	A organização reconhece e aceita melhorias	5	4
24*	Ao ocorrer uma não conformidade, a organização reage a não conformidade, tomando ações para controlá-la ou corrigi-la	3	3,5
25*	Ao ocorrer uma não conformidade, a organização avalia a necessidade de ação para eliminar as causas da não conformidade, a fim de que ela não se repita ou ocorra em outro lugar	3	3,5
26	Ao ocorrer uma não conformidade, a organização implementa qualquer ação necessária	2	4
27*	Ao ocorrer uma não conformidade, a organização analisa criticamente a eficácia de qualquer ação corretiva tomada	4	4

**Fonte:** Produção do próprio autor

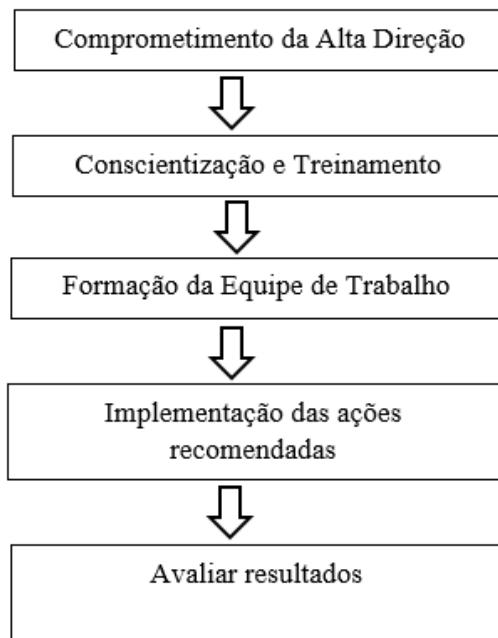
Conforme mostra o quadro 5 as respostas para as questões 18, 19, 20, 21 e 26 apresentaram baixas amplitudes, com valores menores que 3, e medianas maiores ou iguais a 4. Portanto, não será preciso desenvolver ações para essas questões, uma vez que os requisitos do sistema já estão sendo atendidos.

Verifica-se a necessidade de desenvolver ações para a questões 22, 24 e 25 pois as respostas obtidas não atendem aos requisitos do sistema, apresentando elevadas amplitudes e baixas medianas.

Nas questões 23 e 27 as medianas foram satisfatórias, porém os valores das amplitudes foram maiores que 3, o que também sinaliza a necessidade do desenvolvimento de ações.

## 6 SÍNTESE DA PROPOSTA

A figura 1 apresenta o roteiro proposto com as atividades a serem desenvolvidas durante a implantação do sistema de gestão da qualidade normalizado.

**FIGURA 1** - Roteiro para implantação do sistema de gestão

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

### 1) Comprometimento da Alta Direção.

Faz-se necessário que a administração da instituição esteja convencida e comprometida com o todo o processo de implementação. A Alta Direção também deve manter o foco e considerar o SGOE como parte integrante no processo de melhoria contínua.

### 2) Conscientização e Treinamento.

A conscientização e capacitação de todos os envolvidos no processo é de grande relevância. É necessário que os fundamentos do SGOE sejam apresentados em todos os níveis hierárquicos, com o intuito de mostrar os benefícios que uma certificação trará para a instituição, minimizando a resistência na implementação do sistema. Recomenda-se a realização de capacitações para direção, docentes, colaboradores e alunos.

### 3) Formação da Equipe de Trabalho.

É importante que a direção da organização defina a equipe de trabalho e quem irá assumir a coordenação do projeto. Sugere-se que a equipe de trabalho seja constituída pelos professores que compõem o NDE, uma vez todos tem formação acadêmica na área do curso e estão contratados no regime de trabalho de tempo integral e com dedicação exclusiva.

#### 4) Implementação das ações recomendadas.

Através da análise e interpretação dos dados coletados, foi proposto um plano ação integrado, buscando viabilizar a implantação do sistema de gestão da qualidade normalizado. Essas ações recomendadas e responsáveis pelas atribuições estão dispostas no quadro 6.

**QUADRO 6 – Plano de ação**

Ações Recomendadas	Responsável
Comunicar as necessidades e expectativas dos alunos e outros beneficiários a toda a organização.	Direção, Coordenação do Curso, NDE.
Medir e monitorar a satisfação do aluno e de outros beneficiários e tomar as medidas apropriadas.	Direção, Coordenação do Curso e NDE.
Gerenciar ativamente as relações com os beneficiários para alcançar o sucesso sustentado.	Direção, Coordenação do Curso e NDE.
Promover a colaboração em toda a organização.	Direção e Coordenação do Curso.
Facilita a discussão aberta e o compartilhamento de conhecimentos e experiências.	Direção, Coordenação do Curso e NDE.
Reconhecer e aceitar a contribuição, aprendizagem e aperfeiçoamento das pessoas.	Direção, Coordenação do Curso e NDE.
Alocar recursos para que as pessoas aprendam, melhorem e se mantenham atualizadas.	Direção.
Reconhecer e aceitar melhorias.	Direção, Coordenação do Curso e NDE.
Analisa criticamente a eficácia de qualquer ação corretiva tomada.	Direção, Coordenação do Curso e NDE.
Empoderar as pessoas para determinar restrições ao desempenho e para tomar iniciativas sem medo.	Direção e Coordenação do Curso.
Reagir a não conformidade, tomando ações para controlá-la ou corrigi-la.	Direção, Coordenação do Curso e NDE.

**Fonte:** Produção do próprio autor.

#### 5) Avaliar Resultados.

Segundo a norma ABNT NBR ISO 21001 a organização deve analisar e avaliar dados e informações apropriadas provenientes de monitoramento e medição. Os resultados da análise devem ser usados para avaliar: a conformidade de produtos e serviços; o grau de satisfação do beneficiário e dos empregados; se o planejamento foi implementado efetivamente; a eficácia das ações tomadas para abordar riscos e oportunidades e a necessidade de melhorias no sistema de gestão.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se que para se alcançar níveis mais elevados de qualidade e, consequentemente de fidelização, as organizações passaram a se preocupar cada vez mais com a avaliação da satisfação de seus clientes. Portanto, há uma necessidade crítica e contínua de avaliar até que ponto elas atendem aos requisitos de alunos e de outros beneficiários.

A ABNT NBR ISO 21001 especifica os requisitos para um sistema de gestão para organizações educacionais demonstrando a sua capacidade de apoiar a aquisição e o desenvolvimento de competências por meio do ensino, aprendizagem ou pesquisa e aumentando a satisfação dos alunos, outros beneficiários e empregados, incluindo processos de melhoria do sistema e garantia de conformidade. Tem-se, portanto, uma excelente ferramenta para ser utilizada pelos gestores no ambiente educacional.

O objetivo geral deste trabalho era avaliar a adequação do sistema de gestão da qualidade para o Ensino Superior, identificando quais são os fatores que impactam a eficácia desta abordagem neste setor. Os objetivos específicos eram identificar os fatores que afetam o desenvolvimento do sistema de gestão normalizado no ensino superior e definir uma proposta para implantação do sistema de gestão da qualidade normalizado no ensino superior.

Faz-se necessária a implementação de ações relacionadas aos seguintes fatores ou princípios de gestão: Foco nos alunos e outros beneficiários, Engajamento das pessoas e Princípio de melhorias

Ressalta-se que a implementação um sistema de gestão da qualidade parte do comprometimento da direção e da integração dos requisitos do SGOE nos processos de negócios. A liderança da alta da administração e de todos os envolvidos no processo são fundamentais para a eficácia desse sistema.

A organização, através da equipe de trabalho, deve estabelecer métodos apropriados de avaliações e medições de dados, buscando monitorar e documentar indicadores, verificando a necessidade de ação para eliminar as causas da não conformidade. A organização deve assegurar que os processos, produtos e serviços estejam conforme com os requisitos, determinando os controles a serem aplicados para que os processos estejam sob controle. Deve-se monitorar a satisfação dos alunos, outros beneficiários e empregados, bem como suas percepções sobre o grau em que suas necessidades e expectativas foram atendidas. O sucesso sustentado é alcançado quando uma organização educacional pode atender aos requisitos dos beneficiários.

Como proposta para trabalhos futuros pode-se mencionar a aplicação do questionário com os alunos da IES em estudo, assim como um estudo longitudinal analisando a organização, através da evolução nas respostas, depois que a proposta de plano de ação for executada. Sugere-se também a implantação da proposta em outras instituições de ensino, buscando uma melhor validação do modelo. Vale ressaltar, que até o momento nenhum estudo de caso foi encontrado sobre a implementação da ABNT NBR ISO 21001 no Brasil.

## REFERÊNCIAS

ANSARY, A.; JAYASHREE, S.; MALARVIZHI, C. A. N. The effect of gender and nationality on service quality in Malaysian higher education. *The Journal of Developing Areas*, Bangi, v. 48, n. 4, p. 97-118, 2014. Available in: <https://www.jstor.org/stable/24241252>. Acesso em: 05 mar. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 21001: Sistema de Gestão para Organizações Educacionais – requisitos com orientação para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

COLOMBO, S. S. (Org.). Gestão Educacional: uma nova visão. Porto Alegre: Bookman, 2004.

CRAIGHEAD, C. W.; MEREDITH, J. Operations management research: evolution and alternative future paths. *International Journal of Operations & Production Management*, United States of America, v. 28, n. 8, p. 710-726, 2008. Available in: <http://dx.doi.org/10.1108/01443570810888625>. Acesso em: 02 abril 2022.

GOMES, D. D. *MBA Educação: a gestão estratégica na escola que aprende*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Sinopse Estatística da Educação Superior 2018: notas estatísticas. Brasília: Inep, 2019. Disponível em <http://portal.inep.gov.br/basica-censo-escolar-sinopse-sinopse>. Acesso em 15 jan. 2022.

PALADINI, E. P. *Gestão da qualidade: teoria e prática*. São Paulo: Atlas, 2006

SAMPAIO, Kleber Rocha. A gestão da qualidade nas instituições de ensino superior. *Faculdade Cearense em Revista*, Teresina, v. 8, n. 1, p. 117, 2014. Disponível em: <http://www2.faculdadescearenses.edu.br/revista2/edicoes/vol8-2-2014/artigo1.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2022.

SOPON, D.; CUZA, B. Reflections on romanian higher education: quality improvement of educational services. *Managerial Challenges of the Contemporary Society*, [s. l.], v. 5, p. 204- 209, 2013. Available in: <https://www.proquest.com/docview/1519305985?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true>. Acesso em: 10 mar. 2022.

TEMIZER, L.; TURKYILMAZ, A. Implementation of student satisfaction index model in higher education institutions. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, [s. l.], v. 46, p. 3802-3806, 2012. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.150>. Acesso em: 07 dez. 2021

# Capítulo 4



10.37423/230407645

## MANUTENÇÃO COMO UMA OPERAÇÃO ESTRATÉGICA PARA A COMPETITIVIDADE

*Anderson Tadeu de Santi Barbosa de Almeida*

*Universidade Federal do ABC*



**Resumo:** *Uma grande empresa multinacional possui subsidiárias estratégicas em seu ramo de negócio, tais como a XR Dealer, que é responsável pela distribuição de óleo e logística. Após uma abertura de capital para o mercado de ações, a XR Dealer passou a adotar estratégica para alavancar sua competitividade e parte desta estratégia está voltada para a filosofia de manutenção das unidades operacionais, como forma de reduzir o custo do óleo e aumentar a eficiência perante seus clientes.*

**Palavras-chaves:** Competitividade; Produtividade; Manutenção; Abertura de capital; Manutenção de centrada na confiabilidade.

## 1. INTRODUÇÃO

A empresa objeto desse estudo, é uma empresa multinacional do ramo de óleo combustível de extrema relevância para a economia dos países onde está alocada. Ao longo dos anos teve sua operação ampliada, e para isso, foram criadas diversas subsidiárias a fim de auxiliar suas atividades.

Uma dessas subsidiárias, a XR Dealer, responsável pelo *downstream*, distribuição do óleo combustível acabado para os clientes e logística, sofreu processo de abertura de capital, que iniciou uma profunda e intensa reestruturação organizacional. Ela que até então era subsidiária integral da empresa estudada e de capital fechado. Com a abertura de seu capital na bolsa de valores nos últimos anos, iniciou o processo de reestruturação. Após as vendas das ações, a empresa perdeu o controle acionário majoritário da XR Dealer, ficando com apenas quarenta por cento da companhia.

A partir da abertura do capital da XR Dealer, uma consultoria foi contratada pelos novos acionistas, com o objetivo de conceber uma nova estratégia, revisando todos os seus processos internos, modernização dos procedimentos, adoção de boas práticas de mercado e aumento da eficiência e lucratividade da distribuidora. Nessa reestruturação, o setor de manutenção da companhia ganhou um papel de destaque na visão estratégica da empresa. Foi criado uma gerência própria de manutenção, do qual houve uma mudança estratégica de estrutura hierárquica projetada para uma estrutura funcional, onde a linha de comando da operação e manutenção nas Unidades Operacionais (UO), passaram a ser regionais, e cada UO passou a ser cliente interno do setor de manutenção.

A alta direção da companhia colocou o setor de manutenção como fundamental para o sucesso e competitividade da nova XR Dealer. As mudanças no setor, efetivamente iniciados em janeiro de 2020, e um pouco atrasadas devido a pandemia, serão objeto de análises e críticas desse artigo.

Nesse estudo, será comparado o setor de manutenção anterior à abertura de capital com a nova estrutura proposta, considerando as ações já implementadas, as que estão em curso de implementação e as ações futuras planejadas, sempre com a premissa do papel da manutenção como função estratégica para atingir os objetivos do setor produtivo/operacional da empresa.

Segundo Corrêa e Corrêa (2007), todo processo produtivo e operacional dependerá sempre, em maior ou menor grau, de recursos físicos, como máquinas, equipamentos e instalações em geral. Portanto, a organização da manutenção deve estar voltada para gerência e solução de problemas na produção, e de forma integrada às demais atividades, fornecer soluções para melhor gestão desses ativos físicos buscando maximizar os resultados e a competitividade da empresa. Nesse contexto, de forma crítica,

alguns conceitos de Corrêa e Corrêa (2007) serão aplicados à transformação organizacional pela qual passa a XR Dealer:

- **Estratégia de produção e operações:** Importância de uma gestão estratégica de operações e como o setor de manutenção pode contribuir para ajudar no aumento da competitividade da empresa.
- **Redes de operações na cadeia de valor:** Análise da relação entre fazer ou comprar (*make or buy*) e vantagens na cadeia de valor.
- **Pacotes de valor gerados e entregues a operações:** Novos pacotes de valor entregues pela manutenção a operações. E análise crítica dos novos indicadores de manutenção.
- **Pessoas e sua organização em produção e operações:** Discussão do novo organograma da empresa e da estratégia de separar a linha de comando local, entre os setores de operações e manutenções.
- **Controle estatístico, manutenção e confiabilidade de processos:** Analise da mudança de filosofia de manutenção proposta pela consultoria, Manutenção Produtiva Total (MTP) para a Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC).

## 2. CENÁRIO DE ESTUDO

### 2.1. CENÁRIO PRÉVIO À INTEGRALIZAÇÃO

Antes da integralização a equipe de manutenção era dividida entre concursados e terceirizados. A equipe gerencial era composta da seguinte maneira: Cada UO possuía um coordenador responsável por todos os serviços que englobavam: Manutenção, segurança patrimonial, instalações, entre outros. Este coordenador respondia para o gerente regional também de operações, que era subordinado do diretor de operações e logística e este respondia ao presidente. O organograma está ilustrado na figura 1.

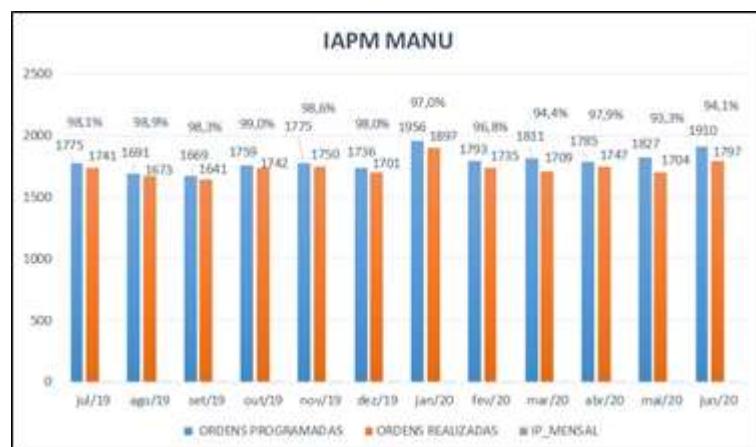
FIGURA 1: Estrutura organizacional prévia à abertura de capital



Fonte: Os autores.

A manutenção nas UOs contava com técnicos de operações e instalações que seguiam a filosofia de *Total Productive Maintenance* (TPM) e seus indicadores eram baseados em Índices de Acompanhamento de Preventivas Mensais (IAPM), que faz acompanhamento do nível de atendimento das preventivas programadas versus realizadas (Figura 2). Este indicador é reportado ao gestor da unidade, onde pelo sistema é possível estratificar, cada atividade e detalhar quais ordens de serviço foram realizadas ou não e porquê não foram realizadas.

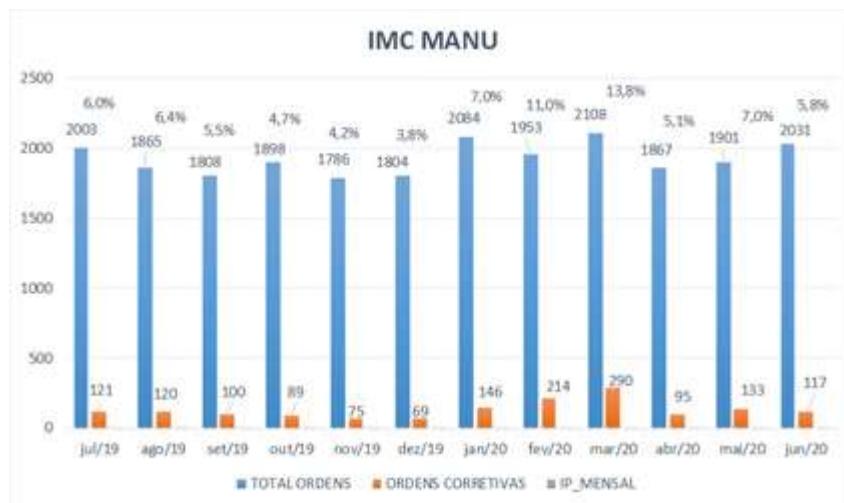
FIGURA 2: Índice de Acompanhamento de Preventivas Mensais.



Fonte: XR Dealer.

Além do IAPM há também o Índice de Manutenções Corretivas (IMC), conforme mostrado no Figura 3, que indica qual o percentual de corretivas executadas dentre todas as ordens de manutenção da UO, cuja meta é não ultrapassar cinto por cento de corretivas.

FIGURA 3: Índice de Manutenções Corretivas



Fonte: XR Dealer.

A equipe de manutenção operacional, ou seja, a mão de obra direta possuía altos índices de desvios comportamentais, acidentes e desvios de segurança ocupacional, contudo, a remuneração não dependia destes indicadores, mas sim, do período em que cada um estava trabalhando na companhia, ou seja, quanto mais tempo de registro do trabalho, maior eram as remunerações.

## 2.2 CENÁRIO ATINGIDO COM A INTEGRALIZAÇÃO

Mediante a uma nova estratégia, a decisão entre comprar ou fazer (*make or buy*) se torna importante ferramenta para entender de forma clara as fontes potenciais de criação e alteração na lógica de apropriação do valor criado, para que uma decisão obedeça a uma lógica objetiva e não a tendência de modismos muitas vezes pouco compreendidos (Correa e Correa, 2007). No caso da XR Dealer, o custo de manutenção e a eficiência do setor tem impactos significativos no produto final, ou seja, afeta os centavos do preço de venda na ponta ao consumidor final, o que torna a decisão, entre terceirizar ou apropriar-se da mão de obra ao custo orgânico como competência central, uma decisão estratégica para alavancar a competitividade da empresa.

A maior motivação dos colaboradores, o engajamento de seus colaboradores internos e redução dos custos com mão de obra, média de cinquenta e sete por cento (57%) em cada UO, foram alguns dos motivos para decisão da integralização da equipe do setor de manutenção. Outros fatores humanos,

segurança ocupacional e meio ambiente, como o maior controle e efetividade nos treinamentos, medição do desempenho da equipe, aproveitamento da percepção de riscos e especialização da mão de obra já desenvolvida através de anos de experiência nos serviços prestados como terceirizados, também foram considerados como fator de agregação de valor à integralização.

Após a integralização, a equipe de manutenção passou a ser composta apenas por funcionários contratados pela XR Dealer, eliminando assim os terceirizados. A equipe gerencial também foi alterada, onde cada UO passou a ter um líder responsável pela manutenção, que responde diretamente ao coordenador regional, subordinado do gerente também regional, sendo a partir desta nova estrutura organizacional, todos estes exclusivos do setor de manutenção. O coordenador responde ao gerente de engenharia e infraestrutura, juntamente ao gerente de operações. O organograma está ilustrado na Figura 4.

FIGURA 4: Estrutura organizacional após abertura de capital.



Fonte: Os autores.

Junto com a mudança gerencial, veio também a mudança dos profissionais que trabalham nas UO, sendo que hoje há técnicos de manutenção e técnicos de operações, todos contratados pela XR Dealer, avaliados pelos mesmos índices que antes, contudo seus planos de remuneração passaram a depender de meritocracia.

Os profissionais são submetidos a um índice chamado Gestão de Desempenho e Resultados (GDR) a cada seis meses. Sendo que os resultados do GDR servem de base para remunerações adicionais variáveis, promoções e avanços de níveis assim como políticas de consequências e medidas

disciplinares. Além de reuniões mensais com seu gestor direto, que o líder operacional de cada UO, são realizadas reuniões mensais de acompanhamento de performance e metas individuais, empregadas no início de cada ano. A Tabela 1 exemplifica os critérios de avaliação do GDR.

TABELA 1: Critérios de avaliação do GDR

Critérios de Metas	% do GDR Final
Atingimento das metas corporativas. Depende do desempenho da empresa como um todo	50% do GDR
Atingimento das metas locais. Depende do desempenho do setor e unidade operacional ou administrativa que está alocado o funcionário.	30% do GDR
Atingimento das metas pessoais a serem discutidas e determinadas entre gestor e empregado. Essas metas divididas em critérios obrigatórios:  1-Trabalho em equipe, 2- Atitudes inovadoras e proatividade, 3- Transmissão de conhecimentos e aprendizagem. 4- Disciplina operacional e de SMS.  O gestor pode acrescentar mais um ou dois critérios a esses.	20% do GDR

Fonte: XR Dealer

A filosofia de manutenção também sofreu mudanças, pois mudou da TPM para a Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC). Esta troca alterou os indicadores de manutenção também empregados, e o impacto foi a eliminação do IMC, restando apenas o IAPM.

### 3. ANÁLISE E SUGESTÕES DE MUDANÇA

#### 3.1. MELHORIAS IMPLEMENTADAS PELA EMPRESA DE CONSULTORIA

Após as análises da consultoria, houve grandes mudanças na abordagem de manutenção como um todo. Um dos objetivos da mudança estrutural foi redistribuir as funções e reorganizar as responsabilidades de cada setor da empresa. Inerente ao setor de manutenção, estudos efetuados pela consultoria mostraram que o sistema de indicadores anteriormente utilizado era bastante mal otimizado e por consequência, não era capaz de refletir o trabalho da equipe.

Para resolver este problema, toda a filosofia de manutenção sofreu alteração e o TPM deu lugar ao MCC. Apesar do impacto não ter sido cem por cento (100%) positivo, essa mudança influenciou diretamente na mudança de alguns dos indicadores de manutenção.

Anteriormente o Índice de Manutenção Corretiva (IMC) era o principal indicador de intervenções corretivas, porém, por possuir caráter quantitativo apenas, tinha pouca utilidade pois não apresentava nenhum resultado que pudesse ser aproveitado para a melhoria do sistema, ou algum índice médio, em suma, era apenas um indicador que quantificava intervenções corretivas que foram efetuadas nos equipamentos. Pelos motivos citados, o IMC foi eliminado da pasta de indicadores de manutenção dando espaço para a implantação de um indicador mais completo, sendo este o indicador de disponibilidade.

A disponibilidade, por sua vez, possui caráter geral e engloba qualquer ação que cause impacto no processo, ao contrário do IMC. Dessa forma a confiabilidade do sistema passou a ser medida de maneira mais eficiente passando uma ideia geral de como o sistema como um todo se comportou num determinado período.

## 3.2 CRÍTICAS E SUGESTÕES

De acordo com Martins e Laugeni (2005), a teoria da TPM advoga que todos os equipamentos podem e devem ser melhorados, conseguindo-se, a partir daí grandes ganhos de produtividade. Portanto, essa cultura, quando bem implementada, pode trazer grandes benefícios, pois aumenta o engajamento dos operadores envolvidos, reduz pequenas paradas e ainda ajuda a identificar problemas que podem causar paradas maiores, uma vez que operadores serão capazes de analisar tudo que está acontecendo ao seu redor, no que se refere aos equipamentos que trabalham. Além disto, eles estão atentos e são capazes de identificar quando algo começa a funcionar de forma diferente do que estão habituados, e a consequência disso é o aumento da disponibilidade do equipamento. Portanto, para o caso após a reestruturação da companhia e com isso a integralização do time de manutenção, deixar de usar a TPM como um dos recursos de manutenção, é um retrocesso nos processos e na filosofia de manutenção.

De acordo com Suzuki (1994), a TPM traz benefícios tangíveis que podem ser divididos como:

- Aumento da produtividade de 50% a 100%;
- Quedas de pequenas paradas em 90%;
- Aumento global da eficiência da planta de 50% a 100%;

- Quedas de 90% nos defeitos de processos;
- Quedas 75% de reclamações de clientes;
- Redução dos custos de produção em até 30%;
- Produtos e inventários de trabalho em processo (WIP) equilibrados;
- Aumento das sugestões de melhorias por parte dos funcionários de 5 a 10x.

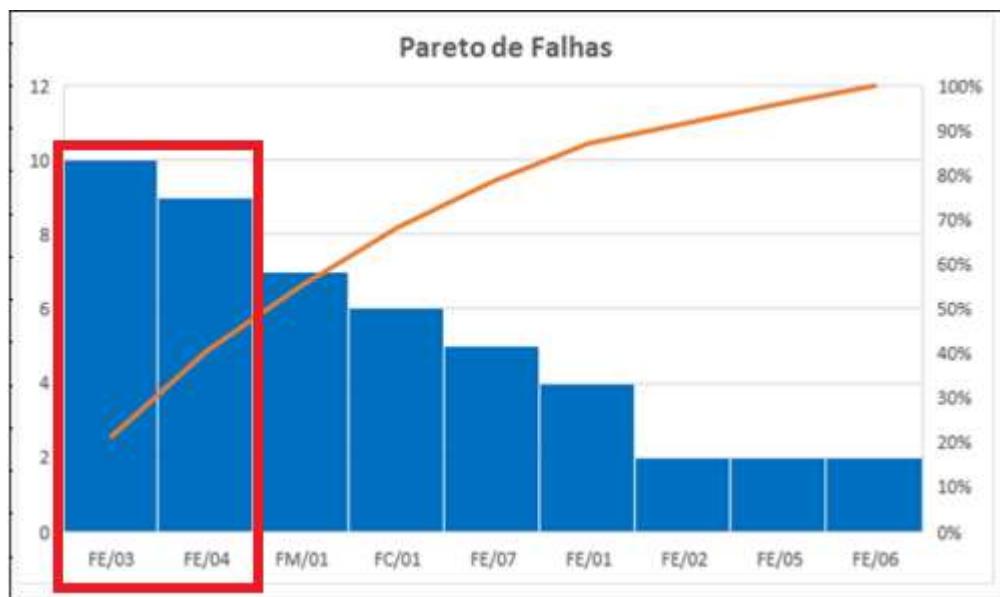
E além disso, segundo Nakajima (1989), um dos objetivos da TPM é o aumento da confiabilidade dos equipamentos. Logo, se após a reestruturação, a empresa tem a filosofia de Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC), a TPM não poderá ser eliminado, mas sim operacionalizado como ferramenta dentro desse novo conceito da empresa ao se tratar da manutenção.

Com relação aos indicadores atualmente utilizados, nota-se que há uma deficiência com relação ao entendimento preciso ao que acontece na organização.

As preventivas mostram que estão sendo eficientes por terem sido desenhadas baseadas no histórico de falhas, na experiência que a empresa adquiriu com o passar do tempo e até mesmo na recomendação de fabricantes. Mas quando olhamos para as corretivas, não é possível identificar com exatidão quais são e onde são as falhas que o indicador IMC ultrapassou 5%, ainda mais que esse está sendo excluído com a nova estrutura. Contudo, com o início da implantação da filosofia do MCC, passa a ser importante estratificar essas falhas utilizando a ferramenta do Diagrama de Pareto, como por exemplo, ilustrado no Figura 5. Dessa forma, será possível conhecer onde a preventiva não está sendo eficiente, e talvez, com a TPM bem estruturada e até a mesmo a implantação de preventivas, irão auxiliar na redução e até mesmo eliminação dessas falhas, aumentando assim a confiabilidade no sistema, e consequentemente aumentar a disponibilidade.

Ainda pode ser usada a relação 80/20 inicialmente, atacando os vinte por cento (20%) de falhas que representam oitenta por cento (80%) de paradas por corretivas.

FIGURA 5: Diagrama de Pareto



Fonte: Os autores.

#### 4. CONCLUSÃO

O processo de abertura de capital e reestruturação da XR Dealer resultou em mudanças estruturais bastante relevantes, os estudos contratados pela empresa para que sua transformação organizacional pudesse ser iniciada causaram impactos até mesmo em sua estratégia de competição. A nova política de demissão, contratação e integralização abriram caminho para uma série de mudanças que resultaram, entre outras coisas, na melhoria do controle da manutenção como um todo, critérios mais claros para promoções, organograma mais enxuto e horizontalizado e novos indicadores de desempenho dos equipamentos.

Fica claro que em alguns aspectos, apesar dos resultados estarem acontecendo, que melhorias poderiam ser feitas, mas muito provavelmente, até por conta de uma manutenção terceirizada, elas não aconteciam, deixando o sistema de certa forma travado e muito superficial. Portanto, com essa reestruturação e integralização da manutenção, será possível implementar conceitos realmente eficazes no departamento, colocando-o como fundamental e estratégico para alavancar a competitividade da organização.

## 5. REFERÊNCIAS

Corrêa e Corrêa, Administração de Produção e Operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. Henrique L. Corrêa. Carlos A. Corrêa, 2º edição, São Paulo, Atlas, 2007.

NAKAJIMA, S.. Introdução ao TPM: Total Productive Maintenance. IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda.: São Paulo, 1989.

SUZUKI, T. TPM in Process Industries. 1ª. ed. New York: Productivity Press, 1994.

MARTINS, Petrônio G. LAUGENI, Fernando P. Administração da Produção. São Paulo: Saraiva, 5ª ed., 2005.

# Capítulo 5



10.37423/230407647

## CONTRIBUIÇÕES DA CIENCIOMETRIA PARA A ÁREA DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL

*José Pinto Gonçalves Neto*

*UniBrasília de Goiás*

*Kátia Maria de Souza*

*UniBrasília de Goiás*



**Resumo:** O Saneamento Básico é o conjunto de serviços que tem por finalidade atender as demandas da população quanto a infraestrutura básica e garantir a sustentabilidade do meio ambiente, de modo que haja melhoria na qualidade de vida social e a preservação dos recursos hídricos. Deste modo, foi realizada uma avaliação cienciométrica embasada em artigos disponíveis em diferentes plataformas de dados, com o desígnio de apresentar a importância do saneamento para todos. Foram encontrados 85 artigos na plataforma Scielo, entre os anos de 1972 a 2022, já na plataforma Google Acadêmico, foram obtidos 34 artigos de revisão, no período de 2000 a 2022. Sendo assim, tendo por finalidade a abordagem da relevância do saneamento para todos e alguns fatores ambientais, por meio de uma análise cienciométrica foram quantificados os artigos de acordo com o decorrer dos anos, de modo que fosse possível justificar o acréscimo e decréscimo de publicações de acordo com cada período. A partir dos artigos encontrados foi possível compreender a situação atual em relação ao saneamento básico no Brasil, concluindo que o déficit de investimentos governamentais nesse âmbito é uma problemática que afeta na economia do país, porém, ainda assim houve aumento na porcentagem de pessoas com acesso ao saneamento. Além disso, a falta de tratamento de esgoto é um dos principais quesitos que contribui negativamente para poluição do planeta.

**Palavras-chave:** Saneamento Básico; Cienciometria; Sustentabilidade.

## 1. INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da vida no planeta Terra e da história da espécie humana – o *Homo sapiens* –, a água sempre foi essencial. Qualquer forma de vida depende da água para sua sobrevivência e/ou para seu desenvolvimento (Tundisi, J. & Tundisi, T., 2011). Além disso, Neto (2006) salienta que, a água possui uma infinidade de usos, dos mais simples aos mais complexos. Apesar de ser um bem público, vem se tornando pouco a pouco um recurso escasso que precisa ser cuidado com muito discernimento.

O constante acréscimo populacional e industrial promove a amplificação de determinadas ações condizentes a poluição e interrupção dos ciclos hidrológicos. Em decorrência disso, foi proposto por meio da Lei 11445/07 | Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, o Saneamento Básico para todos, que consiste em um conjunto de serviços vinculados à infraestrutura básica, sendo eles: distribuição de água potável, tratamento de esgoto, drenagem urbana e coleta de resíduos sólidos. Estes recursos objetivam a disponibilização de medidas que possam preservar o meio ambiente e reduzir as interferências negativas no mesmo.

No Brasil, o acesso ao saneamento ainda possui algumas interferências, devido à falta de investimentos governamentais. De acordo com dados do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), o investimento para alcançar a universalização até 2033 devia estar em torno de R\$ 24 bilhões ao ano, sendo que, ao longo dos últimos anos, os valores efetivamente investidos ficaram em torno de metade do necessário (R\$ 12 bilhões). Além disso, de acordo com o Trata Brasil, apenas 49,1% dos municípios brasileiros tem um plano municipal de saneamento básico. Sendo assim, as problemáticas vinculadas à saúde da população e a preservação do meio ambiente só tendem a aumentar.

Investir em saneamento básico possibilita não somente a abrangência dos serviços prestados, mas também reflete na saúde pública preventiva, resultando em diminuição de custos na área da saúde, no aumento da produtividade da economia, incremento ao turismo, geração de emprego e renda, geração de impostos, entre outras possibilidades (TRATA BRASIL, 2018).

No decorrer dos anos, o investimento em infraestrutura básica no país teve um aumento, mesmo que pequeno, promovendo melhorias em diversos aspectos econômicos, sociais e sustentáveis. Sendo assim, o presente artigo trata-se de uma análise cienciométrica, que tem por objetivo esclarecer aos leitores sobre a relevância do Saneamento Básico e as suas áreas afins dentro do âmbito da engenharia

civil, por intermédio da apresentação do conceito e a importância do Saneamento Básico para o planeta, da descrição do conjunto de serviços disponibilizados e seus respectivos processos, da análise de artigos que apontem as mudanças nessa área da engenharia no decorrer dos anos e da abordagem de dados quantitativos das publicações.

Levando em consideração o levantamento de dados da base do BID, que tem metodologia distinta da adotada no Plansab, revelou que o investimento público e privado no setor de saneamento (desembolso) teve grande aumento em 2012, somando mais que todo o quadriênio anterior, tendo alcançado R\$ 800 milhões; em seguida, o desembolso privado caiu novamente a R\$ 400 milhões em 2014, e superou R\$ 500 milhões em 2015. Os recursos públicos, segundo ainda os dados do BID, foram ascendentes desde 2008, saindo de pouco mais de R\$ 800 milhões para R\$ 1,4 bilhão em 2015.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Os recursos hídricos são de fundamental importância para manutenção da vida e equilíbrio nos ciclos que a natureza promove. Oceanos e mares concentram 97% da água do mundo, mas que, por ser em sua grande maioria salgada, não pode ser diretamente utilizada para beber ou na agricultura. Além disso, dos 3% restantes, três quartos (3/4) da água doce se encontra em geleiras e calotas polares, e as principais fontes de água doce constituem apenas 0,1% (BAIRD; MICHAEL, 2011).

Sendo assim, foi implantada a Lei 11.445 (2007), que define como saneamento básico o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

A Figura 1 apresenta os quatro recursos do Saneamento Básico de forma ilustrativa.



Figura 1 – Representação ilustrativa dos componentes do Saneamento.

Fonte: Trata Brasil (2020)

Azevedo Netto (1998) deixa claro que é indispensável uma infraestrutura adequada a uma sociedade civilizada, mas há um fato que se sobrepõe a isto, o crescimento populacional. Esses aspectos

requerem uma atenção necessária no acompanhamento e no desenvolvimento do planejamento da coleta e do tratamento do esgoto, tanto em regiões carentes, como em outras que sofrem com um aumento gradativo na população.

Lisboa; Heller; Silveira (2012, p. 342), salienta que o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), criado na década de 1970, foi o primeiro plano de serviço brasileiro que modernizou a oferta de distribuição e abastecimento de água e esgotamento sanitário. Essa implantação nos municípios visa à valorização, proteção e equilíbrio dos recursos naturais.

## 2.1 DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Quanto aos processos de distribuição de água, CESAN (2019), postula que Captação de Água é a primeira unidade do sistema de abastecimento de água. Responsável por captar de modo adequando a água da nascente, também chamada de água bruta, que logo após ser captada é distribuída por adutoras usadas para o transporte da água do ponto de captação da nascente até a Estação de Tratamento de Água (adutora de água bruta) e da Estação de Tratamento de Água até os reservatórios de distribuição (adutora de água tratada).

Por conseguinte, como a água transportada possui muitas impurezas, ela é conduzida até uma bacia de tranquilização, que tem por finalidade reduzir a velocidade da mesma, devido ela dispor de grande pressão, para dar seguimento a fase de tratamento. Nesse período, é feito uma limpeza inicial, porque a bacia é composta de grades que impedem o segmento de detritos sólidos maiores (CESAN2019),

O tratamento da água é feito nas ETA's (Estações de Tratamento de Água), onde as etapas são tituladas de acordo com SABESP,2019, como:Coagulação (inserção sulfato de alumínio, cloreto férrico ou outro coagulante, logo após uma agitação violenta da água, assim, as partículas de sujeira ficam eletricamente desestabilizadas e se unem com mais facilidade), Floculação (mistura lenta da água, que serve para provocar a formação de flocos com partículas), Decantação (a água passa por grandes tanques para que se separe os flocos de sujeira formados na floculação), Filtração (a água atravessa tanques formados por pedras, areia e carvão antracito, sendo responsáveis por reter a sujeira que restou da fase de decantação), Pós-alcalinização (o pH da água é analisado para passar pela correção, para evitar a corrosão ou incrustação das tubulações), Desinfecção (o cloro no líquido é adicionado antes da saída da Estação de Tratamento, garantindo que a água fornecida chegue isenta de bactérias e vírus até a casa do consumidor) e Fluoretação(última fase, o flúor também é adicionado à água para prevenir cáries na população), (SABESP (2019)).

A Figura2 expõe as fases de tratamento da água:

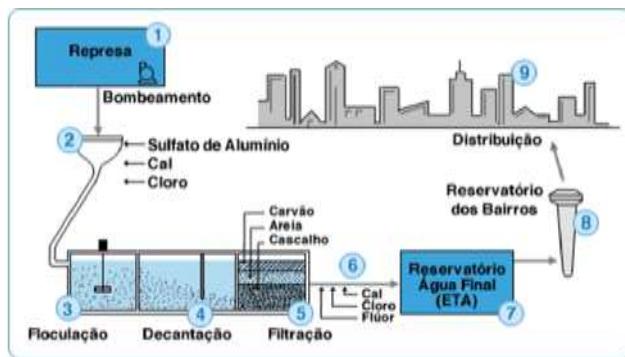


Figura 2 – Ilustração dos Processos de Distribuição

Fonte: Sabesp(2019)

Tsutiya (2006) apresenta vários fatores que podem influenciar o consumo médio per capita, como, por exemplo, os hábitos da população, a temperatura local, o padrão social dos moradores, assim como o desenvolvimento da cidade e a perspectiva de crescimento futuro. Também influenciam no consumo as características do sistema como pressão, vazão e a própria qualidade da água.

As redes de distribuição são divididas em: ramificadas, malhadas e mistas, como mostram as Figuras abaixo:



Figura 3 – Ilustração dos Tipos de Rede de Distribuição

Fonte: Semana Acadêmica (2019)

As redes ramificadas possuem as pontas secas, que nada, mas é que, uma tubulação com um tampão, de modo que a água pare seu percurso naquele ponto. Já nas redes malhadas existem células, que dão continuidade ao trajeto, ou seja, ela reduz a interrupção de fornecimento de água em casos de manutenções. Além disso, existem as redes mistas que é a junção das duas vertentes. Para Porto (2006), a principal diferença entre as redes ramificadas e malhadas é que as redes ramificadas admitem somente um sentido para o fluxo de água, sendo ideal para atender pequenos empreendimentos, devido a sua baixa complexidade para dimensionamento. Porém, apresenta um sério inconveniente, pois, em caso de manutenção no sistema, dependendo do ponto, faz-se necessária a interrupção do fornecimento de água a jusante, o que não ocorre com a rede malhada devido seu traçado em forma de anéis, a interrupção em ponto dificilmente interfere nos demais.

## 2.2 TRATAMENTO DE ESGOTO

Os esgotos são compostos por constituintes físicos, químicos e biológicos. Desde que não haja significativa contribuição de despejos industriais a composição do esgoto doméstico ou sanitário é razoavelmente constante. Este efluente contém aproximadamente 99,9% de água, e apenas 0,1% de sólidos. Os esgotos industriais além da matéria orgânica, podem carregar substâncias químicas tóxicas ao homem e outros animais (MOTA, 1997).

Na ETE (Estação de Tratamento de Esgoto), são estabelecidos processos que irão tratar esse esgoto bruto, fazendo com que ele se torne apropriado para despejo no meio ambiente, sendo eles: Gradeamento (é a primeira etapa do tratamento do esgoto, quando ele chega à Estação, onde ocorre a retenção dos resíduos sólidos indevidamente lançados na rede de esgoto, como fraldas, papel higiênico, restos de alimentos e até roupas e calçados), Caixas de areia ou desarenador (essa estrutura retém areia e outros resíduos menores que passaram pela etapa do gradeamento), Reator Anaeróbio (o efluente passa por tanques fechados na presença de bactérias anaeróbias, para degradação da matéria orgânica).

Por conseguinte, são transportados para: Filtro Biológico Aerado (o efluente passa por filtros de brita onde ocorre a injeção de oxigênio, nessa etapa ainda que acontece o segundo passo do tratamento biológico, na presença de bactérias aeróbias), Decantação (os resíduos sólidos são decantados, se estabelecendo no fundo do tanque, para posterior retirada por meio de raspagem, adicionando coagulante para remoção de nutrientes e o líquido coletado na parte superficial segue para a última etapa) e Desinfecção (adição de produto químico sanitizante ao efluente líquido ou encaminhamento do mesmo a uma unidade com plantas macrófitas (aquáticas), removendo os vírus, bactérias e outros micro-organismos).

A Figura 4, descreve as etapas do tratamento de esgoto:

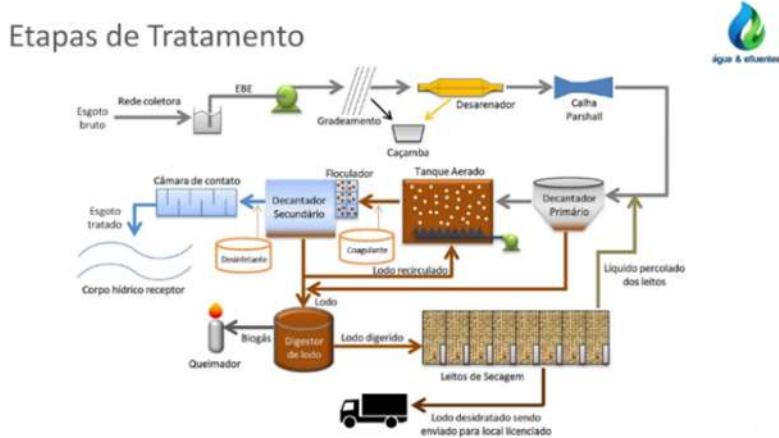


Figura 4– Ilustração dos processos de tratamento do esgoto

Fonte: Água e efluentes (2020)

## 2.3 COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Calderoni (1997) apud Yoshitake (2010) afirma que sob o ponto de vista econômico, resíduo ou lixo é todo o material que uma dada sociedade ou agrupamento humano desperdiça. Este desperdício pode ocorrer por problemas ligados à disponibilidade de informações, por falta de desenvolvimento de um mercado para produtos recicláveis, entre outras razões.

No Brasil, os três destinos finais dos resíduos sólidos, são:

- Lixão

O lixão trata-se de locais a céu aberto que em sua maioria são clandestinos, onde são despejados os resíduos sólidos de forma incorreta, porque não há tratamento ideal para os mesmos, gerando uma série de doenças e degradação do meio ambiente.

- Aterro Controlado

Os aterros controlados são onde o lixo é depositado de forma controlada, recebendo uma cobertura de grama ou argila, porém, o solo não é impermeabilizado, ocasionando algumas problemáticas.

- Aterro Sanitário

O aterro sanitário trata-se de um ambiente onde o lixo depositado e recebe o devido tratamento, para que não surjam adversidades. Além disso, é realizada a impermeabilização do solo.

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), realizada em 2008 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 50,8% dos municípios brasileiros possuem como destinação

final de seus resíduos sólidos os lixões, 22,5% usam aterros controlados e 27,7% usam aterros sanitários.

A Figura 5, define o processo de coleta dos resíduos:



Figura 5 –Coleta de resíduos sólidos

Fonte: Ambiental (2022)

## 2.4 DRENAGEM URBANA

Drenagem urbana é o serviço responsável por coletar águas oriundas da chuva e escoá-las para galerias de águas pluviais e esgotos pluviais até um curso hídrico capaz de receber-las. Os elementos que compõem esse processo são respectivamente: pavimento de ruas, guias e sarjetas, bocas de lobo, galerias de drenagem, sistemas de detenção e infiltração nos lotes e pavimentos, trincheiras e valas, entre outros. Para Filho, Szélige e Enemoto (2000), os sistemas de drenagem urbana são sistemas essencialmente preventivos de inundações, principalmente nas áreas mais baixas das comunidades sujeitas a alagamentos ou marginais de cursos naturais de água. É evidente que no campo da drenagem, os problemas agravam-se em função da urbanização desordenada. Deve-se ter em mente que a melhor drenagem é aquela que drena o escoamento sem produzir impactos nem no local nem a jusante.

As vantagens da drenagem estão vinculadas à: redução de custos em manutenção de vias públicas, possibilidade de circulação de veículos e pedestres em áreas urbanas após chuvas intensas, escoamento rápido das águas superficiais, facilitando o tráfego por ocasião das chuvas, valorização das propriedades nas áreas em que possuem sistema de drenagem, redução de danos às propriedades e risco de perdas humanas, redução de doenças de veiculação hídrica, eliminação de águas estagnadas e lamaçais, focos de doenças, redução de erosões e poluição de rios e lagos.

A Figura 6 aborda um tipo de instalação responsável por permitir a drenagem da água das chuvas:



Figura 6 – Boca de lobo

Fonte: Portal do Projetista (2022)

## 2.5 SAÚDE E POLUIÇÃO

O saneamento é um fator essencial quando se trata de qualidade de vida, pois a saúde pública está diretamente ligada, ou seja, estes recursos evitam o contágio de doenças como: esquistossomose, febre amarela, amebíase, ascaridíase, cisticercose, disenterias, elefantíase, malária, poliomielite, hepatite, infecções na pele e nos olhos. É importante reforçar que, para reduzir a ocorrência dessas doenças, é fundamental que a população tenha acesso a condições mínimas de saneamento, com água e esgoto tratados corretamente, destinação e tratamento adequado do lixo, assim como serviços de drenagem urbana, instalações sanitárias corretas e educação para a promoção de hábitos saudáveis de higiene (SAUCHA; SILVA; AMORIM, 2012).

A Figura 7 reflete uma situação de alto índice de poluição e contagio de doenças, onde há o despejo de esgoto e lixo a céu aberto.



Figura 7 – Esgoto a céu aberto

Fonte: Conselho Federal de Administração (2019)

De acordo com o Instituto Trata Brasil, com dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) mostraram que no ano de 2017 cerca de 16,6% da população brasileira não possui

acesso à água encanada e 47,6% não possui acesso ao esgoto tratado e coletado, resultando numa menor qualidade de vida para a população a partir de doenças que se proliferam através da falta de infraestrutura em saneamento básico (BRASIL, 2017).

## 2.6 CIENCIOMETRIA

O estudo dos conhecimentos acumulados ao longo dos anos é uma necessidade para todos os setores de pesquisa. Por meio desta avaliação produzida pode-se obter características importantes sobre áreas de investigação, direcionando caminhos a serem seguidos (PARRA et al., 2019). Dávila (2012) afirma que o entendimento do estado de conhecimento sobre um tema, em períodos definidos, permite grande compreensão a respeito do processo de evolução da ciência, contribuindo para o ordenamento periódico das informações e dos resultados existentes. Dessa maneira, é possível determinar meios para articular e integrar perspectivas diferentes, preenchendo lacunas existentes no meio científico.

Dentre os objetivos da ciência encontra-se a busca por respostas, a descoberta, a construção de novos conhecimentos. Nesse meio, o pesquisador tem como função divulgar e difundir seus resultados, viabilizando a publicação de seus achados para que assim seja demonstrado o valor científico das descobertas (VELHO, 1997).

A cienciometria tem sido usada para avaliar aspectos quantitativos e qualitativos presentes na literatura em termos de ciência e inovação, sendo amplamente utilizada para explorar tendências em determinado campo de pesquisa (Carneiro et al. 2008, Nabout et al. 2010).

## 3. METODOLOGIA

Para a elaboração deste documento foi realizada uma busca, de caráter informativo e exploratório. Os artigos abordados foram obtidos na plataforma de dados Scielo (Scientific Electronic Library Online) e Google Acadêmico, sendo selecionados artigos divulgados entre os anos de 1972 a 2022. Como critérios de inclusão foram adotados para análise, somente artigos que continham informações vinculadas à engenharia, sustentabilidade e meio ambiente.

Para cada estudo de saneamento incluído de acordo com os critérios acima, foram extraídas as seguintes informações: periódico onde o artigo foi publicado, ano de publicação, serviços provenientes do saneamento básico e seus processos, situação atual do saneamento no Brasil, acessibilidade para todos, soluções que reduzam algumas problemáticas.

Inicialmente, foram selecionados todos os arquivos vinculados a saneamento básico no Brasil, totalizando em 119 publicações provenientes das duas plataformas mencionadas, com períodos relativos entre 1972 a 2022, sendo 85 na plataforma Scielo e 34 no Google Acadêmico.

Por conseguinte, foi aplicada filtro nas áreas específicas do saneamento, dentro do âmbito da engenharia, obtendo na plataforma Scielo, no período dos anos de 2004 a 2022, um total de 25 artigos referentes a distribuição de água, 106 sobre tratamento de esgoto, 6 artigos de coleta de resíduos sólidos e 3 de drenagem urbana.

Em síntese, foi elaborada uma conclusão referente ao crescimento da quantidade de artigos, de acordo com o decorrer dos anos e seus possíveis motivos.

## 4. RESULTADOS

No decorrer dos anos foi obtido um acréscimo nos investimentos referentes ao saneamento básico, ou seja, foram realizadas algumas melhorias nestes recursos, onde os mesmos se tornaram um pouco mais acessíveis. A Tabela 1 apresenta de forma geral, dados quantitativos do período de 1972 a 2022, onde são abordadas publicações em áreas distintas.

### 4.1 DADOS DA BASE SCIELO

**TABELA SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL–QUANTITATIVO**

Publicações	Quantidade	Percentual
Argentina	1	1%
Brasil	55	65%
Portugal	1	1%
Rve	3	4%
Saúde Pública	25	29%
Total	85	100%

Tabela 1 – Quantidade total de Publicações – Saneamento Básico no Brasil

Fonte: Autor (2022)

Na Argentina, no ano de 2018, teve-se uma publicação onde aborda informações referentes ao reservatório em Mairiporã -SP. Por conseguinte, no ano de 2019 em Portugal, apenas um artigo que salientou a competência ambiental no Brasil com reflexos no saneamento básico.

Além disso, nos anos de 2017, 2018 e 2019, no Rve foram encontrados 3 artigos, com temas vinculados a: perfil sócio demográfico e epidemiológico do Brasil, inclusão social e coletores de esgoto. Por fim,

no Brasil foram extraídas 55 publicações e sobre saúde pública um total de 25 artigos, sendo eles com a abordagem de condições sanitárias, desafios no investimento do saneamento, desigualdade social, doenças, qualidade de vida da população, danos ambientais, entre outros fatores.

Sendo assim, por intermédio de uma análise cronológica sobre o saneamento básico, conclui-se que na década de 1970, com o surgimento do Plano Nacional de Saneamento (Planasa), onde foram utilizados instrumentos de planejamento mais adequados.

O período com maior quantidade de publicações referentes a distribuição de água, foi entre os anos de 2014 a 2018, de acordo com o gráfico 7.



Figura 8 – Quantitativo de Publicações na Plataforma Scielo sobre o tema Distribuição de água

Fonte: Autor (2022)

Moreira e Goularte (2019) analisaram o investimento público em saneamento básico no Brasil e às metas do Plano Nacional de Saneamento Básico para o período de 2014 a 2018, dentre as principais conclusões obtiveram que as metas do PLANSAB foram muito otimistas sendo que os quadros de crescimento econômico e contas públicas, não foram atingidos, resultando no não cumprimento das metas para o período delimitado e as despesas empenhadas foram inferiores aos investimentos previstos. E, ainda, os autores sugeriram que a principal meta, a universalização do saneamento não será atingida até o ano de 2033, caso os índices de investimentos não sejam alterados.

Já se tratando de esgoto, o período com maior número de publicações foi no período de 2015 a 2022, conforme o gráfico 8:



Figura 9 – Quantitativo de Publicações na Plataforma Scielo sobre o tema Distribuição de água

Fonte: Autor (2022)

Os artigos sobre resíduos sólidos, teve seu índice elevado no período de 2012 a 2014, como mostra o gráfico a seguir:

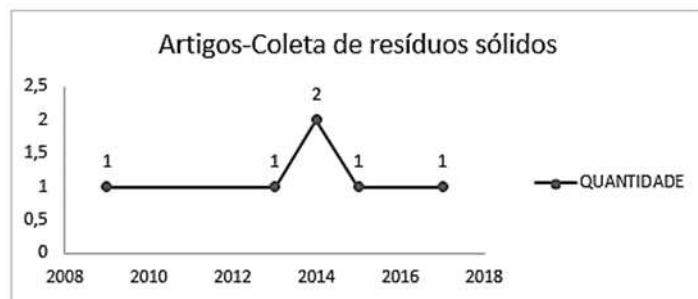


Figura 10 – Quantitativo de Publicações na Plataforma Scielo sobre o tema: Coleta de Resíduos Sólidos

Fonte: Autor (2022)

Os artigos sobre drenagem urbana, teve seu índice elevado no período de 2010 a 2018, como mostra o gráfico a seguir:

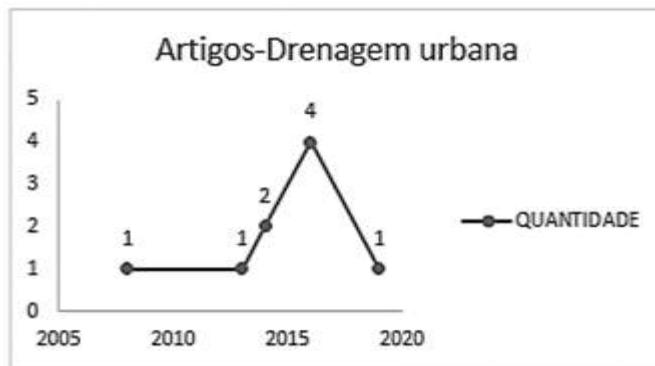


Figura 11 – Quantitativo de Publicações na Plataforma Scielo - Drenagem urbana

Fonte: Autor (2022)

No ano de 2014 mais precisamente, houve um índice elevado de publicações devido à evolução nos investimentos. Porém, logo em seguida houve a crise econômica e fiscal, acentuada a partir dos anos 2015 e 2016, onde a capacidade de investimento da União e estados foi drasticamente reduzida, o que proporcionou acréscimo na quantidade de publicações.

## 4.1 DADOS DA BASE GOOGLE ACADÊMICO

Para análise dos processos vinculados à área de engenharia, foram extraídas informações de artigos cujo período foi de 2004 a 2022. A Tabela 2, aborda a quantidade de artigos publicados de acordo com os serviços que compõem o saneamento básico.

**TABELA SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL–QUANTITATIVO**

<b>Serviços</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Percentual</b>
Distribuição de água	25	18%
Tratamento de Esgoto	106	76%
Coleta de resíduos sólidos	6	4%
Drenagem urbana	3	2%
Total	140	100%

Tabela 2 – Quantidade total de Publicações na Plataforma Scielo sobre os serviços provenientes do saneamento

Fonte: Autor (2022)

Cordeiro *et al.* (2020), realizou uma pesquisa cienciométrica utilizando o banco de dados Web of Science estabelecendo a relação entre drenagem urbana e o saneamento, dentre os resultados foram encontrados 34 artigos, destacando um aumento das publicações entre os anos de 1994 e 2019. Os autores também destacaram que o Brasil é o país com o maior número de publicações, sendo as principais áreas recursos hídricos (18%), Ciências ambientais e ecologia (17%) e Engenharia (12%).

No Brasil, o fator com maior apontamento desses recursos tem sido o esgotamento sanitário, pois o índice de publicações em relação ao mesmo é maior, devido ao percentual de poluição que a falta de tratamento deste promove ao meio ambiente. O alto índice de publicações justifica-se na preocupação governamental existente nesse setor, sendo que existe uma grande desigualdade e déficit ao acesso da população, principalmente em relação à coleta e tratamento de esgoto (Leoneti *et al.* (2011)).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por intermédio desta análise cienciométrica, foi apresentado para melhor compreendimento, a importância do saneamento, seus serviços e processos e a relevância do quantitativo de artigos encontrados. Sendo assim, é possível ressaltar que um fator importante para o desenvolvimento do país é a universalização do saneamento, ou seja, o acesso a todos, porém, no Brasil o índice de investimentos neste setor está abaixo do esperado.

Para que a universalização do saneamento básico, a principal meta do PLANSAB, possa ser atingida, estima-se que no ritmo atual, apenas na década de 2050 os serviços serão universalizados. Possíveis soluções para a questão são apresentadas, como maior participação do setor privado na prestação de serviços, seja por meio de parcerias público-privadas ou de privatizações de companhias estaduais e municipais de saneamento (CNI, 2018).

Sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário proporcionam benefícios gerais para a saúde da população, seguindo duas vias: mediante efeitos diretos e indiretos, resultantes, primordialmente, do nível de desenvolvimento da localidade atendida. Os efeitos das intervenções de saneamento Saneamento básico no Brasil 345 rap — Rio de Janeiro 45(2):331-48, mar./abr. 2011 são geralmente positivos, por se constituírem em um serviço que assegura melhoria e bem-estar da população (Vanderslice e Briscoe, 1995).

Além da melhoria na governança das organizações do setor, é necessário um planejamento consistente dos recursos a serem investidos para que o quadro até então verificado possa ser revertido em uma melhor qualidade do setor no país.

Contudo, para que o Brasil obtenha um avanço socioeconômico, é necessário que os agravantes na qualidade de vida da população não interferem diretamente na saúde da mesma, além disso, os níveis de poluição sejam reduzidos, como por exemplo: esgotos despejados a céu aberto, lixões, aterros clandestinos, que são fatores extremamente relevantes para a preservação do meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE FILHO, A. G, de; SZÉLIGA, M. R.; ENOMOTO, C. F. Estudo de medidas não-estruturais para controle de inundações urbanas. Publicado UEPG: Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias, Ponta Grossa, v. 6, n. 1, p. 69-90, 2000

AZEVEDO NETTO. et al. Manual de Hidráulica. 8ª. ed. São Paulo: Edgard Blücher LTDA, 1998. 669 p.

BAPTIST. Márcio Benedito; COELHO, Márcia Maria Lara Pinto. Fundamentos de Engenharia Hidráulica. 3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.

CARNEIRO, F.M., NABOUT, J.C. & BINI, L.M. 2008. Trends in the scientific literature on phytoplankton. Limnology 9: 153-158.

CALDEROINI, Sabetai. Os bilhões perdidos no lixo. São Paulo; Ed. Humanistas, 1997.

CESAN. Apostila de tratamento de água. 2019. Disponível em: [http://www.cesan.com.br/wp-content/uploads/2013/08/APOSTILA\\_DE\\_TRATAMENTO\\_DE\\_AGUA-.pdf](http://www.cesan.com.br/wp-content/uploads/2013/08/APOSTILA_DE_TRATAMENTO_DE_AGUA-.pdf). Acesso em: 21/10/2022

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). Saneamento Básico: uma agenda regulatória e institucional. Brasília: CNI, 2018. 56 p. Disponível em: Acesso em: 20 nov. 2022.

CORDEIRO. Disponível

em: [https://www.researchgate.net/publication/346799494\\_Sistemas\\_de\\_drenagem\\_urbana\\_e\\_o\\_saneamento\\_uma\\_analise\\_cienciometrica](https://www.researchgate.net/publication/346799494_Sistemas_de_drenagem_urbana_e_o_saneamento_uma_analise_cienciometrica). Acesso em: 20 nov. 2022.

LEONETI, Alexandre Bevilacqua; PRADO, Eliana Leão do; OLIVEIRA, Sonia Valle Walter Borges de. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. Revista de Administração Pública, Rio de Janeiro 45(2):331-48, mar./abr. 2011. p. 331 - 348. Disponível em: . Acesso em: 20 junho. 2022.

LISBOA, SEVERINA SARAH; HELLER, LÉO; SILVEIRA, ROGÉRIO BRAGA. Desafios do planejamento municipal de saneamento básico em municípios de pequeno porte: a percepção dos gestores. Viçosa: [s.n.], 2013. 341-348 p. v. 18. Disponível em:

<[https://www.researchgate.net/profile/Leo\\_Heller/publication/262626168\\_Challenges\\_of\\_municipal\\_planning\\_for\\_basic\\_sanitation\\_in\\_small\\_size\\_municipalities\\_The\\_managers'\\_perception/links/0046353a80f0e75112000000/Challenges-of-municipal-planning-for-basic-sanitationin-small-size-municipalities-The-managersperception.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Leo_Heller/publication/262626168_Challenges_of_municipal_planning_for_basic_sanitation_in_small_size_municipalities_The_managers'_perception/links/0046353a80f0e75112000000/Challenges-of-municipal-planning-for-basic-sanitationin-small-size-municipalities-The-managersperception.pdf)>. Acesso em: 20 de junho 2022.

MOREIRA E GOULARTE. Disponível em:

[:///C:/Users/Jessica/Downloads/Artigo%20%20%20Investimento%20Pu%CC%81blico%20em%20Saneamento%20Ba%CC%81sico%20no%20Brasil%20entre%202014%20a%202018%20-%20Guilherme%20Inchausp%20Moreira%20\(2\).pdf](:///C:/Users/Jessica/Downloads/Artigo%20%20%20Investimento%20Pu%CC%81blico%20em%20Saneamento%20Ba%CC%81sico%20no%20Brasil%20entre%202014%20a%202018%20-%20Guilherme%20Inchausp%20Moreira%20(2).pdf). Acesso em 20 de junho de 2022

MOTA, SUETÔNIO. Introdução à Engenharia Ambiental. Rio de Janeiro, ABES, 1997

NETO, V. P. Avaliação da qualidade da água de represas destinadas ao abastecimento do rebanho na Embrapa pecuária sudeste. 2006. 40p. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Centro de recursos hídricos e ecologia aplicada, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2006

Plansab – Plano Nacional de Saneamento Básico. (Documento em revisão submetido à apreciação dos Conselhos Nacionais de Saúde, Recursos Hídricos e Meio Ambiente – versão 25/7/2019). Brasília: MDR/SNS, 2019d. 240 p. Disponível em: Acesso em: 10 nov. 2022.

PORTEIRO.Rodrigo de Melo. Hidráulica Básica. 4. ed. São Paulo: EESC-USP, 2006.

SABESP.Tratamento de água. 2019. Disponível em:

<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=47>. Acesso em 21/10/2022

SAUCHA, C.; SILVA, J.; AMORIM, L. Condições de saneamento básico em áreas hiperendêmicas para esquistossomose no estado de Pernambuco em 2012. Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília, v. 24, n.3, pp.497-506, 2015.

SOARES, S.R.A.; BERNARDES, R.S.; CORDEIRO NETTO, O.M. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 18, p. 1713-1724, 2002.

TRATA BRASIL. Painel Saneamento Brasil, 2017. Disponível em: Acesso em: 21 de junho de 2022.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Recursos Hídricos no século XXI. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 328 p.

TSUTIYA. Milton Tomoyuki. Abastecimento de Água. 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

VANDERSLICE, J.; BRISCOE, J. Environmental interventions in developing countries: interactions and their implications. American Journal of Epidemiology, v. 141, p. 135-144, 1995.

YOSHITAKE,m. Teoria do Controle Gerencial. São Paulo: Ibradem, 2004.

Trata Brasil. 2020. Disponível em: [tratabrasil.org.br/blog/2018/08/29/saneamento-e-desenvolvimento-humano-no-mundo-o-acesso-a-água-e-esgoto](http://tratabrasil.org.br/blog/2018/08/29/saneamento-e-desenvolvimento-humano-no-mundo-o-acesso-a-água-e-esgoto). Acesso em: 20 de junho de 2022.

SABESP. 2019. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=47>. Acesso em: 20 de junho de 2022.

SEMANA ACADÊMICA. 2019. Disponível em:

[https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo\\_92.pdf](https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_92.pdf). Acesso em: 20 de junho de 2022.

PORTAL DO PROJETISTA. 2022. Disponível em: <https://portaldoprojetista.com.br/dimensionamento-de-boca-de-lobo-para-drenagem-urbana/> Acesso em: 21 de junho de 2022.

ÁGUA E EFLUENTES. 2022. Disponível em: <https://www.aguaeefluentes.com.br/post/etapas-de-tratamento-do-esgoto>. Acesso em: 21 de junho de 2022.

AMBIENTAL. Disponível em: <https://www.ambiental.sc/servicos/limpeza-urbana/coleta-de-residuos-solidos-comuns/>. Acesso em: 21 de junho de 2022.

CONSELHO FEDERAL DE ADMINISTRAÇÃO. 2019. Disponível em: <https://cfa.org.br/saneamento-x-doenca-quem-leva-pior/>. Acesso em: 21 de junho de 2022.

Disponível em: <file:///C:/Users/ayram/Downloads/7267-Texto%20do%20artigo-38521-1-10-20190328.pdf>. Acesso em 21 de junho de 2022.



# Capítulo 6



10.37423/230407648

## MODELAGEM DE PROCESSOS EM SERVIÇOS: ANÁLISE EM UMA EMPRESA DE EVENTOS

*Michael Richard Barreto*

*UFERSA*

*Ana Maria Magalhães Correia*

*UFPB*

*Helen Silva Gonçalves*

*UFPB*



**Resumo:** Um serviço é um processo composto de uma série de atividades, relativamente intangíveis, que em geral ocorrem nas interações entre o cliente e os sistemas de serviço. O objetivo desse artigo foi analisar os serviços por meio da modelagem de processos de uma empresa de festas de formatura, localizada em Mossoró/RN, como forma de propor melhorias. Quanto à forma de abordagem do problema, essa pesquisa apresenta caráter qualitativo, tanto no que se refere à forma de abordar o fenômeno, quanto na maneira como foi estruturado. É um estudo exploratório na análise dos processos de serviços por meio da modelagem de processo em uma empresa, além de ser descritivo. Foram realizadas entrevistas junto aos gestores da empresa pesquisada e realizada uma análise de conteúdo. Houve a utilização da metodologia BPMN em conjunto com o software Bizagi Modeler® para elaboração e mapeamento e modelagem dos processos. Foi possível constatar que a empresa já possuía de forma clara as fases dos processos que executa, mesmo que não fossem mapeados e modelados, portanto, pode ser usado como uma ferramenta propulsora de mudanças e facilitadora na realização dos processos. A identificação do processo crítico e sua modelagem pode permitir à empresa pesquisada reduzir o desgaste durante a prestação do serviço, gerando mais satisfação ao cliente.

**Palavras-chave:** Modelagem, Processos, Empresa de Eventos.

## 1. INTRODUÇÃO

A definição de serviços durante as décadas de 1960 a 1980 passou por uma série de alterações, concentrando-se em especial naqueles prestados pelas chamadas empresas de serviços. Segundo Paladini (2010), serviço pode ser definido como uma ação desenvolvida por terceiros, em atendimento a solicitação explícita, específica e bem definida de um usuário determinado. Em geral, esses terceiros habitam-se a realizar o serviço por possuírem qualificação própria (em maior ou menor grau de especificação) para tanto (COSTA, 2014).

De acordo com Grönroos (2009) um serviço é um processo composto de uma série de atividades, relativamente intangíveis, que em geral, mas não obrigatoriamente, ocorrem nas interações entre o cliente e os sistemas de serviço. Nesse sentido, para Fitzsimmons e Fitzsimmons (2014), os bens e serviços, distinguem-se principalmente em relação a dois aspectos básicos, quanto aos atributos e em relação ao tempo e modo de consumo.

Freitas (2005) ressalta ainda a importância da característica heterogeneidade, devido à grande variedade de serviços existentes. Isto também fica mais evidente quando de acordo com Lovelock e Wirtz (2006) se destaca a variabilidade do tamanho das organizações de serviço, que podem variar de grandes corporações multinacionais de um lado, que operam em setores como transporte aéreo, bancário, telecomunicações e hotelarias, e do outro lado um vasto conjunto de empresas menores que atendem em nível local, como lavanderias, óticas, salões de beleza etc. Para Loures (2003), assiste-se ao estabelecimento da chamada economia de serviços ou sociedade de serviços, assim denominada devido à presença dos serviços no dia a dia das pessoas e ao peso que passaram a ter em diversas economias ao redor do mundo.

Para acompanhar o desempenho do setor de serviços financeiro formal brasileiro, o IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, desenvolveu o PAS – Pesquisa Anual de Serviços, sendo assim possível medir seu tamanho e a importância. Dados do PAS (2017) estimam a existência de 1,3 milhão de empresas de serviços geraram R\$ 1,5 trilhões em receita operacional líquida, ocuparam 12,3 milhões de pessoas e remuneraram em salário, retiradas e outras remunerações aproximadamente R\$ 336,7 bilhões, dados que demonstram o impacto significativo dos serviços na economia do país.

Considerando toda heterogeneidade do setor de serviços, há uma ramificação, em especial, o mercado de festas e cerimônias, que cresceu no país. Segundo o último balanço divulgado pela ABRAFESTA (Associação Brasileira de Eventos Sociais), o mercado de festas e eventos movimentou mais de R\$ 17

bilhões em 2018, mesmo com um cenário econômico instável. O levantamento também revelou ótimas projeções para 2019, com estimativa de 14% de crescimento para o ano (ABCASA, 2019). Tal aumento aconteceu graças à mudança de comportamento do consumidor, que encontrou novas razões para comemorar. Mêsversários, aniversários de namoro e de casamento, chás de revelação e festas juninas em casa são alguns exemplos de celebrações que andam fazendo sucesso.

A partir das considerações iniciais, nesta pesquisa procurou-se saber como o estudo dos processos podem auxiliar na otimização dos serviços prestados por uma empresa de eventos localizada em Mossoró/RN? Mais especificamente, o objetivo foi analisar os serviços por meio da modelagem de processos de uma empresa de festas de formatura, localizada em Mossoró/RN, como forma de propor melhorias.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 SERVIÇOS: ABORDAGEM CONCEITUAL

A rápida disseminação de informações, e mais ainda de opiniões, com o advento das redes sociais, fazem com que as percepções de serviços consumidos sejam compartilhadas de forma mais abrangente, impondo dessa forma um peso maior sobre a gestão de serviços em geral, pela busca de maior qualidade, fazendo de cada atendimento executado uma experiência única vivida pelo consumidor.

Esse crescimento, segundo Bachmann (2002), está relacionado ao desenvolvimento de novas tecnologias e a melhoria da qualidade de vida. Para Loures (2003), assiste-se, principalmente nos países desenvolvidos, ao estabelecimento da chamada economia de serviços ou sociedade de serviços, assim denominada devido ter ultrapassando o setor de manufatura, principal responsável pela geração de riqueza até boa parte do século XX.

É de grande valia considerar que os serviços representam a força vital de transição rumo a uma economia globalizada. Os serviços não são atividades meramente periféricas, mas parte integrante da sociedade (FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 2014). Nesse sentido, o crescimento da indústria de serviços em todo mundo, impulsionou também o estudo mais aprofundado, do tema, com o intuito fomentar aos gestores do conhecimento, métodos e ferramentas para servir de apoio para tomada de decisões administrativas.

Dessa forma, definir serviços, do ponto de vista econômico e empresarial, nem sempre é uma tarefa fácil, por causa de suas peculiares características, conforme ponderam Lovelock e Wirtz (2006). No entanto, Barbêdo (2004) afirma que se pode verificar que a definição de serviços é composta por duas palavras-chave fundamentais: intangibilidade e interação entre pessoas.

Nesse sentido, não se pode falar em serviços sem se falar em cliente, pois toda organização tem clientes internos e externos, possuindo ainda dois componentes de qualidade que devem ser considerados; o serviço propriamente dito, e a forma como é percebido pelo cliente. Desta forma, na prestação de serviços, o cliente julga o resultado e também os aspectos de sua produção (KOTLER, 2000). Entretanto, para conseguir a satisfação e a fidelização dos clientes, uma empresa de serviços deve buscar também a satisfação e a fidelização de seus colaboradores. Nesse sentido, a gestão da cadeia de valor envolvendo colaboradores e cliente é vital para a obtenção de vantagens competitivas pela organização (CORRÊA; CAON, 2002).

## 2.2 GESTÃO POR PROCESSOS

Segundo o guia ABPMP - Association of Business Process Management Professionals (2013), o gerenciamento de processos de negócio (BPM), representa uma nova maneira de visualizar as operações, indo além das estruturas funcionais usadas tradicionalmente. Tal visão inclui todo trabalho executado para entrega dos produtos ou serviços, independentemente de quais áreas funcionais e localizações envolvidas. Iniciando nos níveis superiores, depois subdividindo-se em subprocessos a serem executados por uma ou mais atividades (fluxos de trabalho) que podem ser decompostas em tarefas, dentro de funções de negócio (áreas funcionais).

Sobre o mapeamento, os autores Alvarenga et al. (2013) ressaltam que a visualização de processos é de extrema importância, como ferramenta, pois serve de suporte ao seu melhor entendimento e gestão. Para Capote (2011) o mapeamento é um passo tão válido, que por si só já pode ser considerado um ganho extraordinário para a organização pois cria conhecimento, que deverá ser utilizado na avaliação, simulação e proposição de melhorias.

A forma mais comum encontrada na literatura especializada de se representar o mapeamento de processos é o fluxograma. Segundo o guia ABPMP (2013) o fluxograma já é utilizado para este fim há décadas, sendo baseado por um conjunto simples de símbolos para representar as operações, decisões e outros elementos componentes dos processos.

Já a modelagem dos processos tem como principal objetivo representar os processos de forma clara com todos os seus desdobramentos, o que permite uma boa análise crítica das atividades existentes para definir a melhoria dos processos. De uma forma geral, pode-se dizer que compreende duas importantes atividades: modelagem do estado atual do processo (As-is) e otimização e modelagem do estado desejado do processo (To-be) (MARIANO; MULLER, 2019).

A Notação de Modelagem de Processos de Negócio (Business Process Modeling Notation - BPMN) consolida-se como o padrão mais importante de notação gráfica aberta para desenhar e modelar processos de negócios. Com ela é possível expressar os processos de negócio em forma de diagrama de processo de negócio e assim, capturar e documentar os modelos atuais em diagramas de fácil entendimento, além de projetar e descrever os modelos ideais (BITENCOURT, 2009). Com o BPMN é possível realizar a modelagem de muitos tipos de processos de negócio, inclusive de ponta a ponta com suas exceções e regras de negócio, proporcionando assim, o refinamento de políticas ágeis da organização.

Dessa forma, um eficaz mapeamento e modelagem dos processos da empresa é de grande auxílio para os gestores, pois facilita a identificação de possíveis fontes de desperdício, além de facilitar a comunicação através de uma linguagem comum de como tratar os processos, permitindo com isso que as decisões se tornem mais claras, podendo assim ser discutidas com maior segurança (ZACHARIAS, 2010).

### 3. METODOLOGIA

Quanto à forma de abordagem do problema, essa pesquisa apresenta caráter qualitativo, tanto no que se refere à forma de abordar o fenômeno, com na maneira como foi estruturado. Quanto aos objetivos foi um estudo exploratório, porque se buscou analisar os processos de serviços por meio da modelagem de processo que são executados em uma empresa de eventos, e descritivo.

Para esse estudo, foram utilizados dados primários por meio de entrevistas semiestruturadas para coletar informações qualitativas, junto ao gestor e a coordenadora de eventos da empresa estudada contendo 16 questões. O pesquisador realizou uma análise de conteúdo das falas dos entrevistados, buscando pontos em comum nas falas, e com a literatura estudada.

O uso da metodologia BPMN em conjunto com o software Bizagi Modeler® permitiu a elaboração e mapeamento e modelagem dos processos. Flores e Amaral (2014) ressaltam que o software Bizagi que é uma ferramenta livre, específica para o mapeamento de processos e que utiliza como base a notação

BPMN, possibilitando que o analista desenvolva o desenho do processo e detalhe todas as tarefas pertencentes aos processos, podendo inclusive gerar a partir dela relatórios e páginas web para publicação.

## 4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA ESTUDADA

A pesquisa foi realizada em uma empresa do ramo de eventos na cidade de Mossoró/RN. Empresa de Eventos, denominada aqui como “A”, foi fundada em 2009 e tem como missão a execução de eventos relacionados a festas de formatura. Envolve cinco eventos: descerramento de placa mural, ato ecumênico, apoio ceremonial à colação de grau, aula da saudade e baile de formatura, estando todos esses eventos permeados por uma série de atividades de prestação de serviço. Conta com um efetivo de 20 funcionários, distribuídos nos setores comercial, financeiro, design e produção, coordenação de eventos, apoio administrativo, e diretoria administrativa.

### 4.2 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DE REALIZAÇÃO DOS EVENTOS

Inicialmente é preciso ressaltar que tanto os serviços prestados relativos aos eventos bem como os serviços pós-eventos advém de uma única contratação. O macroprocesso de prestação de serviço inicia-se com o primeiro contato do setor comercial junto a turma, cliente em potencial, identificada a comissão de formatura (devidamente eleita pela turma para representá-la perante a empresa). Em seguida há o agendamento de uma reunião com o intuito de diagnosticar as necessidades da turma, a partir daí elabora-se um orçamento, e no caso de aprovação do orçamento, a próxima fase é a confecção dos contratos, que estando uma vez assinados individualmente pelos membros que compõe a turma, serão encaminhados para o setor financeiro para emissão dos boletos em carnê e arquivamento dos instrumentos contratuais.

O próximo passo é a entrega dos carnês aos contratantes. Concomitantemente, a gerência já assina contrato com o buffet, assegurando a disponibilidade da data do baile, bem como o setor financeiro já inicia os pagamentos. A partir deste ponto começa a fase de planejamento dos eventos, onde haverá ao longo de todo o processo a necessidade de inúmeras reuniões para as definições e decisões diversas, que serão marcadas e executadas de acordo com a demanda. Porém, para fins de mapeamento e modelagem do processo, foram considerados um número mínimo de 4 reuniões anteriores ao primeiro evento, consideradas como indispensáveis.

Nesse contexto, aos 240 dias antes do primeiro evento é marcada a 1<sup>a</sup> reunião para determinação da data para realização de sessão de fotos formais e informais. O próximo passo é a realização da sessão de fotos, com finalidade de fornecer material para confecção das artes para uso em itens, tais como, convites, homenagens aos pais e aos mestres, placa mural e sua réplica, identificadores de mesa, entre outros, em seguida os arquivos das fotos são encaminhas para o setor de design e produção que irá tratá-las, após a escolha das melhores por parte da turma. Aos 180 dias anteriores ao 1º evento, realiza-se a 2<sup>a</sup> reunião, que terá como pauta as definições de modelos, mensagens, homenageados, entre outras informações, indispensáveis para produção dos itens, em seguida serão elaboradas as artes dos supracitados itens e encaminhados para aprovação e correção por parte da comissão de formatura.

Uma vez aprovadas a artes, a equipe de design e produção encaminhará as mesmas para serem produzidas por empresas terceirizadas competentes (gráficas, vidraçarias e marcenarias). Ainda durante a 2<sup>a</sup> reunião devem ser escolhidas as atrações musicais do evento, bem como outras contratações extras, para que em seguida a gerência e o setor financeiro, possam seguir com as contratações e pagamentos respectivamente. Finalizado esse processo, prossegue para a etapa de definição de outros detalhes dos eventos. São realizadas reuniões importantes, com a comissão de formaturas, aos 90 dias antes do 1º evento, a 3<sup>a</sup> reunião terá a função de definir detalhes sobre a programação das solenidades, e a 4<sup>a</sup> reunião, faltando 30 dias para realização da 1<sup>a</sup> festa, servirá para check-list junto ao buffet e para determinação dos últimos detalhes dos eventos os quais são formados o pacote de festas de formatura.

Os mesmos acontecerão em sua data predefinida, conforme estabelecido entre a empresa e a turma, e todos possuem a cobertura de fotógrafos e cinegrafistas aptos, a fim de registrar as celebrações. Após o término de cada evento, os profissionais de captação de imagens fotográficas e filmográficos encarregam-se de repassar o material produzido, em estado bruto, para o setor de design e produção, para preparação destes arquivos à apreciação do cliente e posterior escolha das imagens favoritas. Em seguida serão confeccionados os álbuns fotográficos, bem como os DVD's de vídeo com a filmagem dos eventos, e com a entrega estará encerrado o contrato e o macroprocesso.

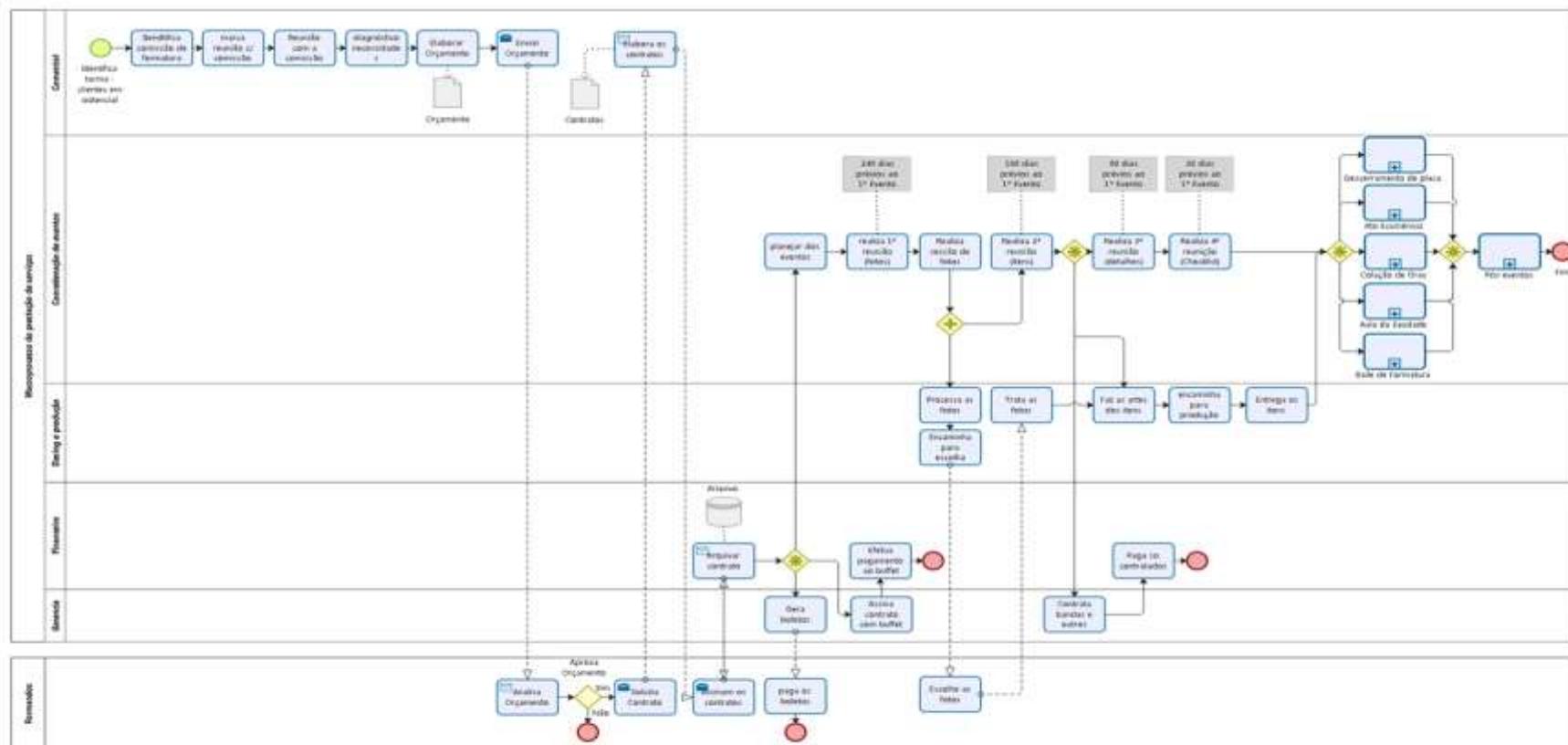
## 4.3 MODELAGEM DOS PROCESSOS DE SERVIÇOS

Na Figura 1 tem-se o fluxo do macroprocesso total das operações da empresa estudada. Com o apoio dessa modelagem, tanto para fins de pesquisa quanto como uma ferramenta de melhoria para

organização, fica mais fácil identificar os possíveis gargalos que o fluxo pode enfrentar, causando com isso grande insatisfação para o cliente.

É possível identificar que o macroprocesso da Figura 1 pode ser classificado de acordo com Leitão (2019) em um processo de negócio colaborativo (Colaboration Business Process), pois descreve a interação entre duas ou mais entidades do negócio. Estas interações são definidas como uma sequência de atividades que representa o padrão de trocas de mensagens entre as atividades envolvidas, nesse caso da empresa de eventos “A” com os clientes da comissão de formatura e a instituição de ensino da qual o cliente (aluno) irá se formar.

Figura 1 - Fluxo do macroprocesso da empresa de eventos “A”



Elaborado pelos autores, extraído do Bizagi Modeler® (20190).

## 4.4 IDENTIFICAÇÃO DO PROCESSO CRÍTICO

Após a descrição dos processos obtidos pelos gestores na realização das entrevistas, foi questionado também se haveria algum processo crítico. Quanto ao processo considerado crítico por parte dos gestores, foi identificado que é o processo da **Colação de Grau**, pois segundo os gestores, ele possui um número maior de desafios e variáveis externas, e a empresa vem lutando para encontrar alternativas para melhorá-los.

De acordo os gestores nas colações de grau, o trabalho da empresa, além de fornecer a beca e canudo ao formando, é de prestar assessoria e apoio a turma durante o evento, lembrando que promover a colação de grau é responsabilidade da instituição de ensino. A empresa “A” também fica responsável por montar um estúdio fotográfico para realizações de fotos nesse dia.

Na fala da coordenadora de eventos, também é possível entender um pouco mais dos fatores que podem estar prejudicando a percepção de qualidade dos clientes, pois segundo a mesma, a experiência já comprovou que as colações de grau realizadas pelas instituições de ensino são eventos essencialmente enfadonhos, com pouco conforto para o público, e sem nenhum ou muito pouco suporte aos participantes. Isso gera uma irritabilidade prévia nos clientes antes mesmo da empresa “A” ter a oportunidade de prestar o serviço.

### 4.4.1 MAPEAMENTO DO PROCESSO CRÍTICO IDENTIFICADO

O processo da **Colação de grau** inicia-se quando há confirmação por parte da Instituição de Ensino da data em que ocorrerá a colação de grau. Após se inteirar das informações pertinentes, a coordenação de eventos deve procurar a Instituição e pleitear um espaço dentro de suas dependências, preferencialmente próximo ao local em que acontecerá a solenidade. A quantidade de salas será determinada pela quantidade de turmas contratantes que se formarão no corrente semestre.

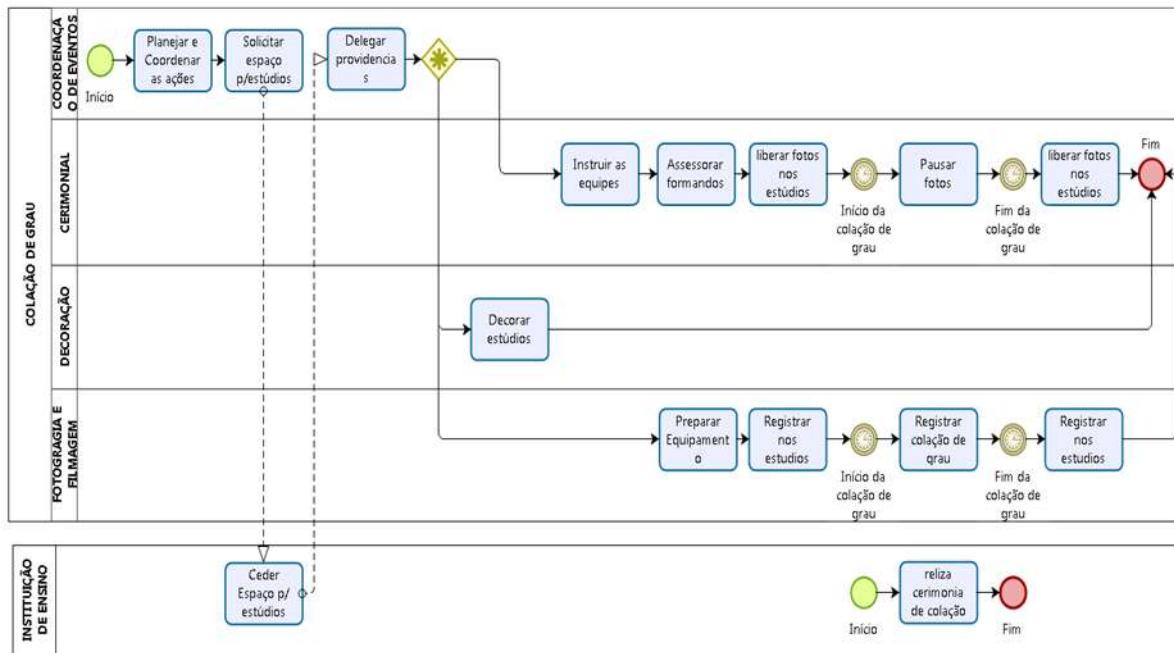
Entretanto, há a possibilidade de que a quantidade de salas cedidas seja em primeira hipótese menor ao pleiteado, fazendo com que a empresa “A” precise acomodar mais de uma turma por estúdio, e na segunda hipótese, caso o espaço seja realmente inadequado, a empresa procura locar um espaço próximo a Instituição, a fim de oferecer mais conforto aos seus clientes. Uma vez selecionado o espaço de montagem dos estúdios fotográficos, é preciso aguardar a disponibilidade do mesmo para sua ornamentação (em geral um dia antes, ou no mesmo dia pela manhã).

Concomitantemente, em um momento anterior à solenidade, o formando procura a empresa para experimentar a beca e identificar a que melhor sirva ao seu corpo. As becas e canudos são entregues durante um período de sete dias que antecedem o evento. No dia da solenidade, a equipe de ceremonial fica a postos no local do evento para fornecer assessoria e apoio aos clientes, orientando a formação das filas, ajudando com a vestimenta dos formandos, ofertando água, entre outras funções. Antes e após do transcorrer da colação de grau, os estúdios realizarão fotos dos formandos contratantes e suas famílias, os formandos serão organizados em fila e por ordem de chegada. Durante toda a solenidade há cobertura fotográfica e filmográfica.

#### 4.4.2 MODELAGEM DO PROCESSO CRÍTICO IDENTIFICADO

Com o auxílio do *software* Bizagi Modeler®, elaborou-se o fluxo do processo crítico da empresa estudada conforme Figura 2. É possível identificar que o processo crítico da Figura 2 pode ser também classificado, de acordo com Leitão (2019), como um processo de negócio colaborativo (*Collaboration Business Process*).

Figura 2: Fluxo do processo crítico da empresa de eventos “A”



Powered by  
**bizagi**  
Modeler

Fonte: Elaborado pelos autores, extraído do Bizagi Modeler® (2019)

## 4.6 PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS

Com base na análise dos processos e das respostas dos gestores, foi verificado que o tempo de espera dos clientes para realização das fotos nos estúdios deve ser reduzido, uma vez que a empresa “A” não pode mudar os fatores externos que causam desconforto ao cliente, que já chega para consumir o serviço da empresa contratada sob grande estresse.

Também deve ser considerado tentar otimizar a experiência dos consumidores, tentando fazer com que o tempo de espera na colação de grau seja mais agradável. Assim sugere-se o uso de cadeiras para espera para sessão de fotos, distribuição de fichas, e além de já fornecer água, pode-se pensar em algo além como balas e doces, ou até mesmo possibilitar o acesso a compra de lanches (*Foodtruck, quiosques*, entre outros), levando em conta que não é fornecido nenhum tipo de alimento durante todo esse processo, gerando um jejum prolongado aos participantes. A ideia é buscar reduzir o desgaste durante a solenidade, para que quando o cliente chegue ao momento de realizar seu registro esteja mais tranquilo e possa perceber melhor os benefícios da prestação de serviço da empresa estudada.

## 5. CONCLUSÕES

Este estudo se propôs a analisar os serviços por meio da modelagem de processos em uma empresa de eventos localizada em Mossoró/RN. Nessa perspectiva foi possível constatar que a empresa já possuía de forma clara as fases dos processos que executa, mesmo que não fossem mapeados e modelados, portanto, pode ser usado como uma ferramenta propulsora de mudanças e facilitadora na realização dos processos bem como, na busca da melhoria contínua dos processos, como recurso essencial para a vantagem competitiva da empresa, pois ela traz inúmeras possibilidades para o melhor desenvolvimento das atividades e eficiência no trabalho, propiciando uma maior qualidade às operações da empresa.

De acordo com Manual de gestão por processos do Ministério Público Federal - MPF (2013), o mapeamento e modelagem de processos é uma importante ferramenta, porém é apenas um meio e não um fim em si, pois permite entender a situação atual e identificar possíveis erros, mas faz-se necessária uma análise do que pode ser melhorado. As melhorias devem ser descritas de forma clara e detalhada, pois as ideias genéricas são de fácil aceitação por todos, mas os detalhes é que definem o sucesso da implementação do novo processo (MPF, 2013, p.53). Em suma, além de saber utilizar da melhor forma o mapeamento de processos como valiosa ferramenta, há ainda a oportunidade de

empregar em forma de melhorias tudo que poderá ser observado de disfunção nos processos, e até mesmo a criação de novos processos caso haja necessidade.

## REFERÊNCIAS

ABCASA. Associação Brasileira de Artigos para Casa, Decoração, Presentes, Utilidades Domésticas, Festas e Flores. Mercado de festas tem estimativa de 14% de crescimento para 2019. 2019. Disponível em: <https://abcasa.org.br/2019/02/26/mercado-de-festas-tem-estimativa-de-14-de-crescimento-para-2019/>. Acesso em julho de 2020.

ALVARENGA, T; H. P. et al. Aspectos relevantes sobre mapeamento de processos. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 5, n. 2, p. 223-225, 2013.

ABPMP - ASSOCIATION OF BUSINESS PROCESS MANAGEMENT. Guia para o gerenciamento de processos de negócio: Corpo comum de conhecimento ABPMP BPM CBOK V3.0. 1. ed. Brasil: ABPMP, 2013.

BACHMANN, G. M. O uso da análise fatorial na determinação das dimensões da qualidade percebida em uma biblioteca universitária. 2002. 156 f. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2002.

BARBÉDO, S. A. D. D. Sistema de gestão da qualidade em serviços: estudo de caso em uma biblioteca universitária. 2004. 145 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Itajubá. Itajubá/MG.

BITENCOURT, M. Modelagem de Processos com BPMN. 2009. Disponível em:

[http://www.projeler.com.br/download/pdf/artigo\\_bpmn\\_projeler\\_mauricio\\_bitencourt.pdf](http://www.projeler.com.br/download/pdf/artigo_bpmn_projeler_mauricio_bitencourt.pdf) Acesso em: 28 de abr. 2019.

CAPOTE, G. Guia para formação de analistas de processos - BPM. 1. ed. Rio de Janeiro: Gart Capote, 2011.

CORRÊA, H. L.; CAON, M. Gestão de Serviços. São Paulo: Atlas, 2002.

COSTA, M. R. S. Qualidade em serviços: uma análise em uma empresa de motopeças localizada em Mossoró/RN. 2014. 82 f. Monografia do curso de Administração da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA: Mossoró, 2014.

FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J. Administração de Serviços: Operações, Estratégia e Tecnologia da Informação. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

FLORES, E. G.; AMARAL, M. M. Mapeamento de processos utilizando a metodologia BPM uma ferramenta de suporte estratégico no desenvolvimento de sistemas em uma Instituição Federal de Ensino Superior. In: ENCONTRO DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO SEMANA ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO. Anais... EATI – Encontro Anual de Tecnologia da Informação. Frederico Westphalen – RS. 2014, p. 325-328.

FREITAS, A. L. P. A Qualidade em serviços no contexto da competitividade. Revista Produção Online, v.5, n.1, p. 1-24, 2005.

GRÖNROSS, C. Marketing: gerenciamento e serviços. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. PAS – Pesquisa Anual de Serviços, 2017. Disponível em: <http://brasilemsintese.ibge.gov.br/servicos.html>. Acesso em: 12 março 2019.

KOTLER, P. Administração de Marketing. 10. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

LEITÃO, M. B. BPMN – Business Process Modeling Notation. Disponível em:

<http://docslide.com.br/documents/apostila-bpmn-corrigida.html>. Acesso em: 30 de abr. 2019.

LOURES, C. A. S. Um estudo sobre o uso da evidência física para gerar percepções de qualidade em serviços: caso de hospitais brasileiros. 2003. 178 f. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade de São Paulo: São Paulo, 2003.

LOVELOCK, C.; WIRTZ, J., Marketing de Serviço: pessoas, tecnologias e resultados. 5a. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

MARIANO, I. C.; MULLER, C. J. Melhoria de Processos pelo BPM: aplicação no setor público. Disponível em <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/65643/000857914.pdf?sequence=1>. Acesso em: 01 maio de 2019.

MPF - MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. Manual de gestão por processo. 1. ed. Brasil: MPF, 2013. Disponível em <http://www.mpf.mp.br/o-mpf/sobre-o-mpf/gestao-estrategica-e-modernizacao-do-mpf/escritorio-de-processos>. Acesso 20 abr. 2019.

PALADINI, E. P. Gestão da qualidade: teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

ZACHARIAS, O. CJF/CEJ – BIGJus – Boletim de Informações Gerenciais da Justiça Federal – ANO IV, n. 10, maio 2010. Disponível em:

[https://www2.cjf.jus.br/jspui/bitstream/handle/1234/43107/N\\_10MAIO\\_2010.pdf?sequence=1](https://www2.cjf.jus.br/jspui/bitstream/handle/1234/43107/N_10MAIO_2010.pdf?sequence=1). Acesso em maio 2019.

# Capítulo 7



10.37423/230407664

## INDÚSTRIA 4.0: REFLETINDO SOBRE O PERFIL E A COMUNICAÇÃO PARA A GESTÃO DA QUALIDADE NO NOVO MODELO PRODUTIVO

Délvio Venanzi

Ricardo José Orsi de Sanctis

Nirlei S. Lima

Fatec José Crespo Gonzales

Fatec José Crespo Gonzales

Fatec José Crespo Gonzales



**Resumo:** A Quarta Revolução causará uma ruptura significativa para os atuais modelos políticos, econômicos e sociais, sendo inevitável seu impacto no mercado de trabalho. Isso significa que novas competências devem ser desenvolvidas, como o saber comunicar-se com clareza. O objetivo deste estudo é, pois, avaliar se a estrutura dos canais de comunicação de uma empresa vai ao encontro das principais competências do novo perfil de profissional da Qualidade. A Análise do Discurso Coletivo foi o método adotado para a interpretação dos dados coletados em empresas por meio de um questionário aberto, respondido em formulário eletrônico. A análise do discurso coletivo demonstrou que a comunicação interna está longe do ideal para colaborar com o processo produtivo em uma organização, evidenciando a necessidade de haver uma fusão das tecnologias digital, física e biológica com o intuito de adequar os processos comunicativos, a fim de eliminar os ruídos que comprometem o empoderamento dos profissionais da Qualidade nas empresas 4.0.

**Palavras-chave:** Indústria 4.0 - Qualidade 4.0 - Profissional 4.0 - Comunicação Organizacional 4.0

## 1 INTRODUÇÃO

A Indústria 4.0, também conhecida como a Quarta Revolução Industrial, é o surgimento de novos modelos operacionais, nos quais os sistemas físicos e virtuais de fabricação cooperam global e flexivamente. O termo “Indústria 4.0” surgiu em 2011 na Feira de Hannover, na Alemanha, para “descrever como isso irá revolucionar a organização das cadeias globais de valor”. (Schwab, 2016, p.2)

Esta nova tecnologia surgiu para revolucionar o modelo de produção convencional e é marcada pelo conjunto de mudanças nos processos de manufatura, design, produto, operações e sistemas relacionados à produção, aumentando “o valor na cadeia produtiva em todo o ciclo de vida do produto” (Firjan, 2016, p. 9). A ideia inicial é que tudo dentro e ao redor de uma planta operacional (fornecedores, distribuidores, unidades fabris, e até o produto) sejam conectados digitalmente, através de sensores, interconectividade e análise de dados, proporcionando uma cadeia de valor altamente integrada e permitindo a fusão dos mundos reais e virtuais na produção (Firjan, 2016).

Segundo Schwab (2016), um dos maiores impactos desta revolução será o “empoderamento – como os governantes se relacionam com os cidadãos; como as empresas se relacionam com seus empregados, acionistas e clientes; ou como as superpotências se relacionam com os países menores”. Para o autor, a Quarta Revolução causará uma ruptura muito significativa para os atuais modelos políticos, econômicos e sociais, exigindo que os atores capacitados reconheçam que “fazem parte de um sistema de poderes distribuídos que requer formas mais colaborativas de interação para que possam prosperar”. (Schwab, 2016, p. 35).

Schwab (2016) afirma ser inevitável o impacto desta revolução no mercado de trabalho, pois a fusão das tecnologias digitais, físicas e biológicas servirá para aumentar o trabalho e a cognição humana. Isso significa que novas competências devem ser desenvolvidas durante a formação acadêmica para o profissional enfrentar significativamente os desafios e estar apto a “trabalhar com (e em colaboração) máquinas cada vez mais capazes, conectadas e inteligentes” (Schwab, 2016, p. 46).

Dentre as competências necessárias, o autor propõe a criação e aplicação de quatro tipos diferentes de inteligência que se complementam:

(...) a contextual (a mente); a emocional (o coração); a inspirada (a alma) e a física (o corpo). A inteligência emocional é uma das competências essenciais na quarta revolução industrial, pois, conforme a literatura acadêmica, ela é a base vital das habilidades necessárias à inserção nesta nova era, “a saber, o autoconhecimento, a autorregulação, a motivação, a empatia e as habilidades sociais”. (Schwab, 2016, p. 109).

A fala de Schwab (2016) nos alerta para a necessidade de estarmos cultivando a inteligência emocional continuamente, uma vez que esta inteligência desperta a criatividade e resiliência, pré-requisitos fundamentais para enfrentar a rupturas decorrentes das inovações tecnológicas do mercado atual.

O novo profissional precisa desenvolver a inteligência emocional para saber comunicar-se com clareza e trabalhar em equipe; a mental para antecipar tendências emergentes e operar em um ambiente mais complexo; mas também é imprescindível que desenvolva as competências profissionais, seja muito técnico, possua conhecimentos nas áreas de informática, segurança do trabalho, controle de qualidade, dentre outras habilidades que representem diferenciais para o novo ramo. É um profissional com uma visão muita ampla de processos, adepto às tecnologias no geral, facilidade em relacionamentos em todos os níveis da hierarquia onde se insere. (Venanzi, 2017).

Dessa forma, este estudo vai analisar se a estrutura dos canais de comunicação de uma empresa vai ao encontro das competências comunicacionais necessárias ao profissional da Qualidade em um contexto da Indústria 4.0.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ADAPTAÇÃO ÀS NOVAS TECNOLOGIAS – NOVO PERFIL PROFISSIONAL

O cenário atual com a nova Revolução - Indústria 4.0-, exige uma mudança cultural nos padrões das empresas, envolvendo: recursos físicos, tecnológicos, pessoas, investimentos, competição, tudo muito diferente, se comparado a uma década atrás. O recurso humano, portanto, vai ser muito mais exigido, porque a competição no mercado acirrou muito mais, ou seja, as máquinas dentro desse novo contexto são programadas para obedecer a ordens vindas de um software; os novos equipamentos das empresas já conseguem emitir dados sobre o seu ciclo de vida, sendo assim, é possível identificar problemas operacionais antes de que eles aconteçam porque a máquina apresenta sinais de que precisa passar por uma manutenção preventiva. Sensores são acoplados às máquinas, coletando dados e enviando ao Big Data e os colaboradores, estando distantes ou não do chão de fábrica, acessam essa informação em *real time*, visualizando na tela o que se passa naquele exato momento na fábrica. Eis um cenário que não se imaginava e agora estamos vivenciando (Bagheri, 2015).

A partir dessa nova realidade, os colaboradores precisam atualizar seus conhecimentos para que estejam de acordo com as tendências tecnológicas e emitir o retorno esperado para a empresa. Também devem se adaptar às novas funcionalidades (rapidez no conhecimento de novas tecnologias)

e novas habilidades para se encaixar ao novo ambiente de trabalho, pois há uma competição e sincronia entre as organizações inseridas nesse mercado.

O novo profissional terá um foco na aprendizagem, preparação e formação diferente dos tempos de outrora, o grau de exigências nesse novo tempo é muito alto e pede rapidez em tomadas de decisões com um percentual de acuracidade sem margem de erros. Então, esse ambiente exige mudanças radicais no aprimoramento técnico, conhecimentos além dos tradicionais, facilidade em transitar com novas tecnologias e extrair dados para uma tomada de decisão, habilidades em adaptar-se em ambientes com novas tecnologias e saber manusear para o benefício da empresa (Fachin, 2017).

Essas mudanças exigidas pela Nova Era, impacta em vários setores. Na formação acadêmica, por exemplo, os cursos ofertados sejam eles de Instituições de Ensino privadas ou públicas, tecnológicas ou técnicas, terão que rever o currículo dos cursos existentes. O ensino tradicional terá que ser revisto, pois para termos o olhar para este novo contexto é necessário reestruturar o contexto educacional, a fim de atender às exigências desse novo cenário. Os novos cursos, estes terão que vir com ênfase nas tecnologias como parte preponderante do perfil profissional exigido nesse novo mercado. (Venanzi, 2019).

Com a difusão desse modelo industrial, o profissional, terá que inserir em seu currículo formações mais específicas para atender às exigências dos setores que estão no caminho da indústria 4.0. Exige-se que os trabalhadores saibam lidar com situações e áreas diferentes daquelas estudadas nas formações tradicionais e, ao mesmo tempo, que estejam dispostos a expandir seu leque de conhecimentos, realizar novos cursos ou treinamentos e estudar softwares específicos, que serão aplicados no processo.

Isso permitirá ao colaborador estar em condições de atender aos requisitos exigidos no que tange à qualificação para ingressar nessa nova realidade industrial, qualquer que seja o setor e serviços. Uma mudança nos padrões educacionais, portanto, é necessária.

## 2.1.2 HABILIDADES REQUERIDAS NESTE NOVO CONTEXTO

Uma habilidade requerida para o profissional desse novo modelo de mercado é a capacidade de estar conectado constantemente. A indústria 4.0 se trata de um ramo totalmente digital, no qual os sistemas de Big Data, IoT, Realidade Virtual, Realidade Aumentada, Reconhecimento de padrões, *Machine Learning* entre outras ferramentas integradas em *real time*, permitem a seus funcionários ter acesso a todo tipo de informação corporativa remotamente.

A maior vantagem disso é que o profissional terá uma rotina de trabalho mais adaptável: ele conseguirá analisar o que deve ser feito com urgência e o que pode ser realizado posteriormente, tudo dentro do seu tempo para que as tarefas sejam executadas com mais eficiência. É notável que a indústria está evoluindo para um modelo M2M – *Machine to Machine* (Brettel, 2014).

Nesse contexto, é indispensável que o profissional saiba trabalhar em equipe, com harmonia, comunicando-se adequadamente e tendo um bom relacionamento com seus colegas de profissão. Mesmo com as diferentes funções de cada um, pensar em conjunto pode impulsionar o desenvolvimento de novas ideias para melhorar a competitividade da empresa e, uma comunicação eficaz, pode ser a chave para lograr esse feito.

Esse profissional precisa entender o funcionamento das distintas áreas de atuação da indústria para uni-las de forma que gere bons resultados. É uma capacidade valorizada no segmento e que pode proporcionar novos planos de carreira. Portanto, as empresas que investirem nesse capital intelectual, antes da concorrência, terão grandes vantagens na obtenção de resultados positivos, principalmente na busca por este profissional 4.0. É de extrema importância que o perfil selecionado esteja qualificado para atuar nesta nova realidade (Herman, 2015).

A união da chamada IoT - internet das coisas com a rápida automatização desenha um novo cenário dentro das fábricas de todo o mundo. A indústria 4.0, revolucionará as linhas de montagem a gerar produtos inovadores e customizados em breve. Com robôs cada vez mais participativos no processo, mudará também o perfil do profissional que as indústrias procuram.

O papel do líder, por exemplo, passa a ser ainda mais importante. Em vez de controlar as horas de produção, ele alinhará as tarefas e fará a equipe trabalhar unida. A manufatura avançada representa um renascimento da indústria. Os jovens em formação gostam de novidades e as fábricas voltarão a ter um ambiente desafiador. Quem quer conquistar espaço nas fábricas do futuro deverá desenvolver novas habilidades. Será preciso, por exemplo, aprender a trabalhar lado a lado com robôs colaborativos para aumentar a produtividade. Isso gera espaço para exercer funções mais complexas e criativas. O profissional não será responsável apenas por exercer uma parte específica da linha de montagem, mas por todo o processo produtivo.

Ter uma visão multidisciplinar não significa que o conhecimento técnico perdeu importância no currículo. Técnica você aprende, mas atitude é algo intrínseco. Dessa forma, urge estabelecer uma aproximação da indústria com as Instituições de Ensino, no que tange à necessidade do que deve conter no currículo de uma formação, para atender às demandas dessa nova era, era com muita

tecnologia, impulsionando o trabalhador a uma mudança radical, na forma de pensar e de atualizar-se. É preciso, portanto, especializar-se em diversas frentes, ou seja, ser multidisciplinar e gostar de tecnologia, de inovação e, principalmente, ter curiosidade para aprender e acompanhar uma indústria que sempre se reinventa (Evangelista, 2018).

### 2.1.3 OS ATRIBUTOS NECESSÁRIOS AO PROFISSIONAL DA GESTÃO DA QUALIDADE INSERIDA NA INDÚSTRIA 4.0

Produtos cada vez mais avançados, profissionais engajados e focados, otimização dos processos de produção: as exigências empresariais cresceram muito com o passar dos anos, assim como se passou a cobrar muito mais do profissional da qualidade, o profissional da qualidade, tem que gostar muito de problemas, característica essa vital para o sucesso na área da Qualidade.

✓ **Foco:** Não existe fórmula mágica para manter o foco. Porém, algumas ações são bastantes eficazes nesse sentido. O profissional da qualidade precisa trabalhar fortemente essa característica. Isso porque ele lida com questões delicadas dentro de uma empresa. As certificações da qualidade, como ISO 9001, auditorias internas e externas, medição de satisfação do cliente, treinamentos da qualidade, entre outras, são apenas algumas das tarefas exercidas por esse profissional e exigem foco. Ele precisa encontrar pontos críticos que podem ser melhorados, como analisar a causa raiz da insatisfação do cliente com determinado produto. Isso exigirá foco em pesquisa para descobrir em qual ponto precisa existir uma modificação.

✓ **Pensamento sistêmico:** Consiste na criação de uma forma de análise e de linguagem para compreender como o relacionamento entre os colaboradores modela o comportamento do sistema, isso permite a ele coordenar o trabalho para que seja atingida a maior qualidade possível. Ele privilegiará a eficácia, com o objetivo de agregar mais valor aos resultados apresentados pela organização como um todo.

✓ **Organização:** É fundamental na área da qualidade. A sua importância aumenta ainda mais no setor, pois ele é o responsável por repassar isso para as outras áreas da empresa. A organização é a chave para alcançar a máxima qualidade do processo.

✓ **Perfil integrador:** A comunicação entre os setores é possível quando existe a integração. A busca por esse perfil é benéfica para a empresa, já que o analista ou gestor de qualidade consegue fazer essa

transição e ajudar todas as áreas a buscarem a excelência, tanto no que diz respeito às certificações quanto aos processos em geral;

✓ **Visão estratégica:** Como o profissional da qualidade é responsável por pontos estratégicos da empresa, precisa desenvolver essa característica constantemente, já que o mercado e as suas exigências mudam exponencialmente, lida com métodos de coleta de dados, análises avançadas e com as entregas de todos os setores;

✓ **Liderança:** Atributo dos profissionais da qualidade, principalmente porque eles lidam de maneira direta com outros colaboradores, focar na gestão de pessoas que exercem os processos dentro da empresa é fundamental. Saber ouvir e melhorar o dia a dia do trabalhador é o primeiro passo para facilitar as ações. Só assim será possível garantir que eles desenvolvam ao máximo o seu potencial.

✓ **Formação:** Precisam conhecer as ferramentas e estruturas que compõem o seu trabalho, para que, assim, possam realizar as atividades com maior desenvoltura. **2.2 Competências Comunicacionais**

Tendo em vista as competências exigidas do profissional para a nova configuração chamada de 4.0, papel preponderante é dado ao quesito comunicação, uma das habilidades da inteligência emocional. Sem ela, podemos comprometer todo o processo em sua organização, desenvolvimento de uma visão sistêmica, liderança e integração das equipes, restando prejuízo a um processo que promete maior competitividade e eficiência produtiva (Ely, 2017).

O impacto da Indústria 4.0 no contexto social possui várias facetas. Uma delas é a Comunicação, muitas vezes relegada e feita sem o devido cuidado, o que pode causar reações adversas àqueles que não se atêm às suas especificidades e às suas funções na interação humana. A comunicação, por ser uma das nossas mais primárias habilidades, está em constante aprimoramento.

Ao longo do tempo fomos desenvolvendo inúmeras formas de nos comunicarmos a fim de alcançarmos nossos objetivos: interação social, relacionamentos pessoais e profissionais, registro de novas descobertas, propagar nossa criatividade, entre outras. “O avanço tecnológico por que passam telecomunicações, imprensa, rádio, televisão, computadores, internet e transmissões via satélite impele a sociedade a um novo comportamento e, consequentemente, a um novo processo comunicativo social, com inúmeras implicações técnicas, éticas e morais.” (Kunsch, 2006, p.03).

Em virtude disso, novas ferramentas para propagar informações surgiram, levando às organizações a necessidade de contextualizar as formas impressas, visuais, auditivas ou pictóricas para ir ao encontro dos sujeitos que se envolvem nesse processo comunicacional.

No contexto organizacional reverbera, pois, um novo processo comunicativo, mais interconectado e interativo, pois, como afirma Bueno (2005, p.12) “a comunicação empresarial não flui no vazio, não se realiza à margem das organizações, mas está umbilicalmente associada a um particular sistema de gestão, a uma específica cultura organizacional e é expressão, portanto, de uma realidade concreta.”

Faz muita diferença, portanto, como os discursos são disponibilizadas no contexto organizacional, uma vez que refletem a cultura não só da organização como também do sujeito. Uma organização cuja habilidade de dialogar entre os colaboradores seja bem desenvolvida, evita conflitos, resolve divergências e elimina ruídos que prejudicam a realização das tarefas. Por conseguinte, para a efetivação do ato comunicativo entre os interlocutores, a sintonia dos elementos de comunicação, a saber, emissor e receptor, conteúdo, mensagem, canal, código e feedback, é fundamental para não haver perda parcial ou total daquilo que se pretendia expor.

Caso essa sintonia não ocorra, surgem os ruídos durante o processo discursivo, os quais podem ser físicos- barulhos, ruídos, problemas no canal de comunicação, etc - psicológicos – desatenção, desinteresse – ou culturais – problemas de código ou de subcódigo, falta de conhecimentos ou de crenças em comum etc. (Barros, 2004, p.27).

Fatores como o mal ou o não uso de ferramentas tecnológicas, desconsiderar o sujeito discursivo contemporâneo, dados imprecisos de um relatório, erros de digitação em um e-mail, em um quadro de avisos dificultam a transmissão de informação e significado, impedem a interconectividade entre os locutores, podendo gerar insatisfação e desmotivação, consequentemente, afetar o desempenho profissional.

Para uma comunicação clara, objetiva e eficaz, alguns cuidados são necessários: como vou me comunicar; o que vou informar; com quem vou interagir; onde vou me comunicar; como ser persuasivo; qual ferramenta tecnológica vou utilizar para me conectar com os meus interlocutores; como fazer um feedback; como vou reagir a um feedback; ou seja, o desenvolvimento de competências discursivas aprimora os processos comunicativos determina a efetiva comunicação.

A habilidade comunicacional nos remete ao novo perfil do profissional e aos recursos tecnológicos utilizados nas empresas para a propagação de ideias, mensagens e informações. Resta-

## 2.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DE COLETA DE DADOS

nos questionar se as empresas têm se voltado para a importância de uma comunicação estratégica e se os gestores comunicacionais estão presentes nessas empresas, alinhando a cultura organizacional

ao perfil do profissional, possibilitando a este empoderar-se da linguagem empresarial, conhecendo e inserindo-se na missão, visão e valores da empresa a que pertence.

A comunicação estratégica volta-se para a aplicação de ferramentas comunicacionais que circulem em todas as direções de uma empresa *para baixo* - vai dos níveis superiores para os inferiores da hierarquia; *a lateral* - envolve diferentes unidades de trabalho e diferentes níveis hierárquicos simultaneamente; e, *a para cima*, aquela sobre o desempenho e os eventos nos níveis inferiores (Maximiniano, 2007, p.277).

A Análise do Discurso Coletivo foi o método adotado para a interpretação dos dados coletados. O Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) tem como desafio responder à autoexpressão do pensamento coletivo, fruto das representações sociais (em nosso caso, os colaboradores) definidas por Lefèvre e Lefèvre (2010) como esquemas sociocognitivos utilizados pelas pessoas para expressarem seus juízos no cotidiano.

Lefèvre e Lefèvre (2010) desenvolvem um esquema que parte do acesso aos depoimentos individuais e caminha para reconstruções, comportando tanto a dimensão qualitativa quanto quantitativa.

O trabalho do pesquisador, segundo essa metodologia, é de inicialmente reunir os conteúdos semelhantes em discursos únicos, permitindo que se construam vários discursos em primeira pessoa do singular que, nesse momento, fala em nome de uma coletividade e sobre assunto delimitado (Lefèvre & Lefèvre, 2005).

De acordo com Lefèvre e Lefèvre (2005, citados por Sanctis e Lima, 2021), há quatro operações para a produção do discurso:

1. As ideias centrais (IC), que são fórmulas artificiais que servem para descrever os sentidos presentes nos depoimentos dados em cada resposta, bem como o conjunto de respostas dadas por diferentes indivíduos que podem apresentar sentidos semelhantes ou complementares. Nesta figura metodológica, buscamos a descrição do sentido de um discurso que pode surgir com mais de uma ideia central;
2. A ancoragem (Ac), que é o ato pelo qual encontramos expressões que descrevem uma dada teoria ou ideologia que o autor do discurso professa de forma natural como se fosse uma afirmação qualquer. As ancoragens, diferentemente das ideias centrais, nem sempre estarão presentes no discurso, sendo algumas vezes de difícil identificação;
3. As expressões-chave (ECh), que são expressões que nos remetem às ideias centrais e ancoragens, revelando a essência dos depoimentos, formadas pelas transcrições literais dos depoimentos;

4. E, por fim, o Discurso do Sujeito Coletivo (DSC), que é a agregação discursiva que une diferentes pedaços dos discursos individuais que têm como característica a intercompatibilidade, (p. 149).

Ao seguir o esquema proposto por Lefèvre e Lefèvre (2005, como citado em Sanctis & Lima, 2021), somos capazes de construir um discurso-síntese, na primeira pessoa do singular, resultante de expressões-chave que têm ideias centrais ou ancoragens semelhantes ou complementares.

### 3 METODOLOGIA

A intervenção para a coleta dos dados foi realizada contingencialmente por meio de um questionamento aberto, respondido em formulário eletrônico. Os colaboradores de sete empresas da região de Sorocaba responderam, sem que houvesse, por parte dos pesquisadores, qualquer tipo de intervenção para direcionar a uma desejabilidade de resposta que comprovasse a hipótese de que, apesar da indústria estar no momento 4.0, a comunicação organizacional contém ruídos que impedem a dinâmica discursiva.

O objetivo deste formulário eletrônico foi avaliar se comunicação organizacional está em sintonia com o “novo” perfil de profissional da área de Gestão da Qualidade, atualmente exigido nas empresas em processo de Indústria 4.0.

Considerando que as novas qualidades profissionais são, de forma severa, orquestradas pela comunicação desenvolvida entre os colaboradores da empresa, a presente pesquisa visou colher dados de colaboradores para analisar como a comunicação está acontecendo no mundo corporativo 4.0 e se atende às necessidades apresentadas pelos colaboradores, consumidores e fornecedores em um contexto 4.0.

O formulário foi composto de duas partes distintas: a primeira visa a estabelecer o perfil do profissional que está respondendo ao questionário; a segunda, conhecer como é a comunicação interna e externa da empresa e saber se a interlocução entre profissionais e empresas está ocorrendo satisfatoriamente, sem ruídos.

O sujeito coletivo, falando em primeira pessoa do singular, emitiu suas opiniões que se complementaram entre si, razão pela qual tem-se uma representação social bem definida. Por essa razão, os pesquisadores estiveram, na presente pesquisa, atentos à elaboração de perguntas abertas, capazes de possibilitar respostas que acendessem à melhor maneira de se chegar à construção das representações sociais construídas por meio da pesquisa empírica e pela materialização do sujeito portador do discurso emitido na primeira pessoa do singular.

As respostas dadas resultaram em Discursos Coletivos, sendo o primeiro construído a partir da ideia central que chamaremos de IC-A (comunicação interna) e o segundo construído a partir da ideia central que chamaremos de IC-B (comunicação externa). A categorização da comunicação realizada na empresa pelos colaboradores foi levantada a partir da agregação discursiva organizada no Discurso do Sujeito Coletivo resultante das ideias centrais A e B, a seguir.

#### DSC 1 – Ideia Central: Comunicação Interna

*Questionamento – Você considera que a comunicação interna de uma empresa influencia o desempenho dos colaboradores? Se tiver alguma dificuldade ou problema durante seu trabalho, sabe bem a quem se deve dirigir para auxiliá-lo(a)?; Baseando-se na comunicação interna existente na empresa, considera que os gestores se encontram próximos dos colaboradores?; Escolha os 2 meios de comunicação que mais utiliza para comunicar-se com outros colaboradores.*

Considero que, na maior parte, a comunicação interna da empresa influencia no desempenho dos colaboradores e, em minha empresa, a comunicação pode ser considerada satisfatória, podendo melhorar. Essa comunicação, apesar de satisfatória, não é tão capaz de aproximar totalmente os gestores dos demais colaboradores, deixando, às vezes, a marca da obscuridade, ambiguidade presentes, diferentemente da comunicação que se pratica entre os próprios colaboradores e seus departamentos, a qual costuma ser mais eficaz. Acredito ser muito importante estar por dentro de todas as informações. A comunicação e o bom relacionamento interferem até mesmo nas promoções que ocorrem, muitas vezes, por indicação dos gestores. Nem sempre sabemos com clareza nossas funções e responsabilidades e, em um momento de apuros, nem sempre está claro a quem devemos recorrer. Entre, nós, colaboradores, costumamos nos comunicar pessoalmente, às vezes por e-mail ou WhatsApp. Com relação ao gestor, nem sempre a resposta se dá de imediato (Todos os sujeitos).

#### DSC 2 – Ideia central: Comunicação externa

*Questionamento: Você considera saudável a comunicação com os fornecedores da empresa? /Você considera saudável a comunicação com os consumidores da empresa?*

Nem sempre a comunicação com os fornecedores e consumidores são eficazes e saudáveis. Acho que a comunicação entre colaboradores e gestores e, às vezes entre os próprios colaboradores são o motivo, sem desprezar os problemas técnicos, das ocorrências de erros que temos na empresa.

## 4 RESULTADOS

A primeira parte da pesquisa evidenciou que os sujeitos deste estudo são colaboradores na faixa etária de 35 anos, os quais possuem ensino superior, trabalham na área de Gestão da Qualidade, em funções

como analista, gestor, líder, comprador e assistente; 37,5% estão há mais de cinco anos na empresa; outros, 37,5%, há menos de um ano; e, o restante, dois anos em média.

A análise do discurso coletivo caracterizou a comunicação interna como insatisfatória, pois, embora se afirme ser satisfatória, ela está longe do ideal para colaborar com o processo produtivo em sua organização, com o desenvolvimento de uma visão sistêmica, com a liderança e integração das equipes e, consequentemente, com a competitividade e eficiência produtiva.

Ao afirmar não ser ela “capaz de aproximar gestor dos colaboradores” pode-se inferir que questões como liderança e relacionamento interpessoal podem ser comprometidas na verticalidade das interações. Essa questão distancia colaboradores cuja proximidade deveria ser a melhor forma para tomadas de decisões rápidas e participativas.

Dos ruídos apresentados no discurso coletivo, podemos depreender que advêm de duas categorizações importantes de ordem física ou cultural, a saber:

a) Ruído Textual

Referem-se às questões de ambiguidade e obscuridade relatadas pelo sujeito coletivo. Esse tipo de ambiguidade está intrinsecamente relacionado à produção textual, seja ela oral ou escrita.

b) Barreiras comunicacionais

Esse ruído, não se apresenta na comunicação entre os colaboradores que estão no mesmo nível hierárquico, mas é fácil de ser notado na relação gestor-colaborador quando se registra o distanciamento entre eles.

O sujeito coletivo menciona o fato de que essa barreira afeta inclusive os processos que influenciam suas gestões de carreira para possíveis promoções nas organizações, além do desempenho de suas tarefas diárias.

A análise do discurso coletivo evidencia a necessidade de haver uma fusão das tecnologias digital, física e biológica com o intuito de adequar os processos comunicativos a fim de promover o desempenho dos profissionais na área de gestão da qualidade das empresas 4.0. Um olhar mais atento à comunicação organizacional tende a reduzir os ruídos existentes e alinhar os colaboradores em todos os setores.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitos partem do pressuposto que a Comunicação, por ser intrínseca ao ser humano, todos a dominam e são hábeis em uma situação comunicativa. Infelizmente, isso não se sustenta quando adentramos no ambiente corporativo, conforme ratifica o discurso coletivo, o qual nos leva a concluir que, sem o desenvolvimento de habilidades comunicacionais contextualizadas e sem a implementação de novas formas de processar as mensagens no ambiente corporativo, a imersão na indústria 4.0 ficará estagnada.

No contexto da Indústria 4.0, o impacto da revolução digital impõe ao profissional um perfil 4.0, o mesmo ocorre com a comunicação organizacional que precisa adequar-se à nova forma de processamento de informações, mais dinâmica e mais digital; no entanto, de acordo com a pesquisa, o sujeito coletivo nos mostra que ainda predomina uma comunicação organizacional desvinculada das competências necessárias, com ruídos que comprometem o empoderamento dos profissionais nas empresas 4.0.

## REFERÊNCIAS

- Bagheri, B., Yang, S., Kao, H.-A., & Lee, J. (2015). Cyber-physical systems architecture for self-aware machines in industry 4.0 environment. Ifac – PapersOnline, 48(3), 1622-1627. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.318>
- Barros, D. L. P. (2004) A comunicação humana. In Fiorin, J. L. (Org.), *Introdução à Linguística: objetos teóricos*. (pp.25 a 53). São Paulo: Contexto.
- Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M., & Rosenberg, M. (2014). How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: an industry 4.0 perspective. *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*, 8(1), 37-44. doi: [doi.org/10.5281/zenodo.1336426](https://doi.org/10.5281/zenodo.1336426)
- Bueno, W. C. (2005). A comunicação empresarial estratégica: definindo os contornos de um conceito. *Conexão – Comunicação e Cultura*, 4(7), 11-20. Recuperado de <http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/conexao/article/view/146>
- Ely, L. (2017). Revolução 4.0 e a necessidade de reinvenção do mundo do trabalho na América Latina. Instituto Humanitas Unisinos. Recuperado de <http://www.ihu.unisinos.br/78-noticias/571739-revolucao-4-0-e-a-necessidade-e-reinvencao-do-mundo-do-trabalho-na-america-latina>
- Evangelista, A. P. (2018). Seremos líderes ou escravos da Indústria 4.0? Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio. Recuperado de <https://www.epsjv.fiocruz.br/noticias/reportagem/seremos-lideres-ou-escravos-da-industria-40>
- Fachin, P. (2017). A inteligência artificial pode se transformar em um monstro incontrolável. Instituto Humanitas Unisinos. Recuperado de <https://www.ihu.unisinos.br/categorias/159-entrevistas/572111-a-4-revolucao-industrial-ainda-e-uma-promessa-entrevista-especial-com-jose-eustaquio-alves>
- Firjan. (2016). Indústria 4.0 (Cadernos Senai de Inovação). Recuperado de <https://pt.scribd.com/document/352853957/sistema-firjan-industria-4-0-2016-pdf>
- Herman, M., Pentek T., & Otto, B. (2015). Design principles for industrie 4.0 scenarios: a literature review (Working Paper n. 1). Technische Universität Dortmund, Dortmund, Alemanha.
- Kunsch, M. K. (2006). Planejamento e gestão estratégica de relações públicas nas organizações contemporâneas. São Paulo, Summus.
- Lefevre, F., & Lefevre, A. M. C. (2010). Pesquisa de representação social. Brasília: Liber Livro.
- Maximiano, A. C. A. (2007). *Introdução à administração* (7. ed.). São Paulo: Atlas.
- Sanctis, R. J. O., & Lima, N. S. Refletindo sobre o discurso jurídico no processo de ensino-aprendizagem: da elitização à democratização da linguagem. In Pantano Filho, R., Lima, R. P., Sanctis, J. O., & Mendes, E. (orgs.), *Diálogos: Educação & Direito* (pp. 153-162). Salto, SP: FoxTablet. Recuperado de [http://www.foxtablet.com.br/wp-content/uploads/2021/10/e-Book\\_Dialogos\\_Educacao\\_Direito.pdf](http://www.foxtablet.com.br/wp-content/uploads/2021/10/e-Book_Dialogos_Educacao_Direito.pdf)
- Schwab, K. (2016). *A quarta revolução industrial*. São Paulo: Edipro.

Venanzi, D. (2019). Engenharia de sistemas logísticos e cadeias de suprimentos. São Paulo: Livrus.

Venanzi, D. (2017). Cadeias de suprimentos adaptáveis: uma abordagem não-determinística. Starbrücken, Germany: Novas Edições Acadêmicas.

# Capítulo 8



10.37423/230507671

## PAVIMENTO PERMEAVEL COMO TECNICA COMPENSATORIA NA REDUÇÃO DOS IMPACTOS DA IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

GABRIELLA ALVES E SILVA LOPES

*Centro Educacional Brasília de Goiás*

Kátia Maria de Souza

*Centro Educacional Brasília de Goiás*

Carlos Matheus Camilo Santana

*Centro Educacional Brasília de Goiás*



**Resumo:** As edificações são responsáveis por uma faixa de 30 a 35% das áreas impermeáveis enquanto que as superfícies pavimentadas correspondem aos 60 a 65% restantes. Deste modo, nota-se a necessidade da utilização de novas tecnologias que busquem reduzir a geração de escoamento na pavimentação de superfícies. O pavimento permeável se relaciona como sendo uma nova tecnologia para compensar os impactos dessa impermeabilização. Assim a utilização do pavimento permeável em áreas urbanas visa contribuir para o aumento da recarga da água subterrânea. Este trabalho tem como relevância abordar a tecnologia do pavimento permeável como recurso compensatório para redução dos impactos da impermeabilização do solo causados nos grandes centros urbanos.

**Palavras-chave:** Pavimentação. Enchentes. Água. Chuva. Escoamento.

## 1. INTRODUÇÃO

O presente artigo trata da análise do pavimento permeável como método para redução dos impactos da impermeabilização do solo. Segundo Ferguson (2005), as edificações são responsáveis por uma faixa de 30 a 35% das áreas impermeáveis enquanto que as superfícies pavimentadas correspondem aos 60 a 65% restantes. Deste modo, nota-se a necessidade da utilização de novas tecnologias que busquem reduzir a geração de escoamento na pavimentação de superfícies. O pavimento permeável se relaciona como uma tecnologia para compensar os impactos dessa impermeabilização. Assim a utilização do pavimento permeável em áreas urbanas visa contribuir para o aumento da recarga da água subterrânea (COUTINHO, 2011).

A relevância da pesquisa abordar a tecnologia do pavimento permeável como recurso compensatório para redução dos impactos da impermeabilização do solo causados nos centros urbanos, por meio do pavimento permeável. Avaliar o sistema de drenagem urbana e suas deficiências; analisar os impactos causados pela impermeabilização do solo; apresentar a tecnologia de pavimento permeável por meio de revisão bibliográfica como técnica de redução de alagamento e enxurradas e propor soluções.

## 2. MÉTODO

Como se trata de uma revisão bibliográfica foram selecionadas bibliografias relacionadas ao tema escolhido, sendo artigos, teses, estudo de caso e pesquisas experimentais. Foi elaborado um estudo exploratório e análise documental em artigos que desenvolvem a técnica do pavimento permeável com intuito de analisar os resultados obtidos. Tabela 1- Resumo geral dos dados coletados e apresentação da superfície drenante com respectivos resultados.

Tabela 1— Resumo geral dos dados coletados e apresentação da superfície drenante

N	Fonte Local	Superfície Drenante	Resultados /conclusões
1	COUTINHO, Artur Paiva. Pavimento permeável como técnica compensatória na drenagem urbana da cidade do Recife. Recife, 2011. 133 f. Dissertação (mestrado) - UFPE, Centro de Tecnologia e Geociências, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, 2011	Blocos intertravados de concreto vazados	Monitoramento durante duas quadras chuvosas nos anos de 2010 e 2011. Foram realizadas simulações numéricas do escoamento e da dinâmica da água no solo (sulente) do pavimento utilizando o Hydrus 1- D. A camada do revestimento apresentou características de infiltração maiores que a camada do sulente, com capacidade para drenar, em menos de 24 h, o seu volume mostrando-se preparado para receber o aporte de água decorrentes de outros eventos.
2	ARAÚJO, Paulo Roberto de; TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; GOLDENFUM, Joel	Tipos de coberturas urbanas: a) terreno existente;	Neste estudo foi avaliada a eficiência dos pavimentos permeáveis na redução do escoamento superficial, através de simulações experimentais, comparando o

	Avruch. Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução de escoamento superficial. RBRH: Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Vol. 5, n. 3 (jul./set. 2000), p. 21-29, 2000.	b) superfícies semi-permeáveis; c)superfícies impermeáveis e; d)superfícies permeáveis.	escoamento gerado em diversos tipos de pavimento e no solo compactado. A análise comparativa entre os pavimentos permeáveis e os outros tipos de pavimentos permitiu avaliar a redução no escoamento superficial gerado e fornecer elementos para escolha desta solução em diferentes projetos de áreas urbanas, tais como estacionamentos e passeios de áreas públicas e privadas.
3	SALES, T. L. Pavimento Permeável com Superfície em Blocos de Concreto de Alta Porosidade. 2008. 188 p. 2008. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado)-Mestrado de Engenharia Civil, Departamento de Programa de Pós-graduação em Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.	Concreto poroso com simulação de chuva realizado em laboratório.	Análise da permeabilidade, porosidade e a resistência à compressão de corpos de prova moldados com concreto de alta porosidade. Foram estudadas seis diferentes granulometrias com agregados de diâmetro máximo 12,7mm e 9,52mm e descontinuidades na granulometria através da retirada de materiais de 0 a 2mm (0/2mm) e 0 a 4mm (0/4mm). Variações na porcentagem de material passante na peneira de abertura 0,074mm de 5%, 8%, 10% e 12%. O uso da porcentagem de 5% apresentou resultado de permeabilidade mais adequado para o uso na estrutura teste.
4	ACIOLI, Laura Albuquerque. Estudo experimental de pavimentos permeáveis para o controle do escoamento superficial na fonte. 2005.	Bloco intertravado	A obra consta de um lote de estacionamento de aproximadamente 264m <sup>2</sup> , que foi dividido em duas partes iguais, onde foram utilizados os seguintes revestimentos: asfalto poroso, de granulometria aberta; blocos vazados intertravados de concreto. Foram obtidas taxas médias de 5% de escoamento superficial para a superfície com revestimento asfáltico, e de 2,3% para o revestimento em blocos vazados intertravados.
5	COOPER, Alisson Meira. Estudo de viabilidade técnica da implantação de pavimentos permeáveis do tipo infiltração total para redução do escoamento superficial, na cidade de Alegrete/RS. 2013.	Foram testados três tipos de superfícies: blocos de concreto permeável, concreto e grama.	A superfície gramada apresentou os melhores resultados gerando pouco escoamento, comprovando que sua remoção é prejudicial no controle do escoamento. O uso destas superfícies é recomendável, uma vez que reduziu o escoamento em vinte vezes, quando comparado a superfícies de concreto.

Fonte: própria, 2023

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste tópico será apresentado a ocupação do solo pela construção civil, drenagem urbana das cidades e os problemas que ocorre devido o sistema não atender o volume de chuva, impermeabilização do solo que acarreta danos para sociedade, impactos da impermeabilização do solo.

#### 3.1 OCUPAÇÃO DO SOLO

A complexidade formada por espaço urbano não pode dispensar um planejamento urbano bem definido, estruturado e abrangente que de forma multisetorial leve em conta o homem e o meio

ambiente nos aspectos econômicos, sociais, físico-territoriais, ecológicos e administrativos. Mas as necessidades de moradia e abrigo faz com que o planejamento fique de lado, pois a demanda não atende a capacidade de planejar e também de proporcionar condições adequadas de moradias pelo poder público (CAVALCANTE,2011).

Segundo Santos, Rufino e Filho (2011) a ocupação do solo urbano sem planejamento tem como consequência, dentre outros impactos ambientais negativos:

- a- a sobrecarga no sistema de drenagem urbana por meio do aumento da impermeabilização do solo e da diminuição da infiltração;
- b- perda da cobertura vegetal por pavimentos impermeáveis, diminuindo a infiltração da água no solo e aumentando a sua quantidade e a sua velocidade de escoamento;
- c- a escassez e a diminuição da qualidade dos recursos hídricos;
- d- o acúmulo de resíduos sólidos nos elementos do sistema de drenagem (canais, bueiros, bocas de lobo, etc.), obstruindo-os e, com isso, ocasionando seus transbordamentos em períodos de chuva;
- e- o aumento da densidade urbana em determinadas zonas, principalmente as consideradas de baixo valor especulativo imobiliário da cidade.

O aumento populacional intercede sucessivamente na taxa de ocupação, provocando na expansão de áreas cada vez mais impermeabilizadas, ou seja, quanto mais aumenta a população de uma determinada região, mais haverá ocupação do solo e redução de áreas permeáveis, em consequência atrapalha-se a penetração da água pluvial e sua absorção no solo (FOCHESATTO,2017).

### 3.2 DRENAGEM URBANA

Na definição de drenagem, há uma repartição de macrodrenagem e micro drenagem. A macrodrenagem, segundo o CREA (2013), é o sistema de drenagem formado pelos talvegues fundamentais, como os rios, córregos, canais e outras estruturas que acumulam e carregam grandes volumes de água. E a micro drenagem, como sendo o sistema de drenagem relativo com as vias locais, composto pelas sarjetas, bocas-de-lobo, poços de visita, redes e outros mecanismos para o recolhimento e transporte das águas pluviais (FOCHESATTO, 2017).

Toda bacia hidrográfica é composta por uma rede de elementos de drenagem constituída por rios, riachos, córregos e pântanos ou várzeas, que naturalmente se formaram e se mantêm em função da

dinâmica das precipitações. Com o uso urbano intenso do solo, este sistema é alterado substancialmente pela introdução de elementos artificiais.

A micro drenagem compreende tudo o que é construído para garantir o funcionamento do sistema viário. É composto pelos guias e sarjetas, bocas de lobo, galerias de drenagem, sistemas de detenção e infiltração nos lotes e pavimentos, e outros dispositivos. Como estes sistemas tem alcance pequeno, suas falhas causam problemas nas ruas ou avenidas (MARTINS,2012).

É necessário esclarecer que as inundações urbanas podem ocorrer por diversos fatores, sendo os principais deles a ineficácia do sistema de drenagem e a construção de centros urbanos em terrenos que naturalmente são afetados pelas enchentes. Tratando-se do processo de urbanização, as inundações são causadas pelo desmatamento, impermeabilização do sítio urbano, construção inadequada de diques, alteração dos cursos naturais dos rios e projetos ineficazes de captação da água pluvial. Todos estes fatores urbanísticos aliados ao escoamento superficial, favorecem a ocorrência de inundações em períodos onde o índice pluviométrico é alto (SOUZA, GONÇALVES,2018).

No que se refere à Drenagem Urbana, também denominada Manejo de Águas Pluviais, 70,5% dos municípios brasileiros possuíam serviços de drenagem urbana. A existência de um sistema de drenagem é fortemente associada ao porte da cidade. Todos os 66 municípios brasileiros com mais de 300.000 habitantes, no ano 2000, dispunham de um sistema de drenagem urbana, enquanto que, para municípios com até 20 mil habitantes, o índice de municípios com sistema de drenagem se encontrava abaixo da média nacional (SOARES,2016).

### 3.3 IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO

É prática corrente remover o solo superficial, que fornece a maior parte dos serviços ecossistêmicos do solo, e instalar fundações sólidas no subsolo e/ou na rocha subjacente, para apoiar a construção ou as infraestruturas, antes de passar à fase da construção. Em geral, esta prática tem por efeito isolar o solo da atmosfera, impedindo a infiltração das águas pluviais e as trocas de gases entre o solo e o ar. Assim, a impermeabilização resulta literalmente em consumo do solo (POTOCNIK, 2012).

Impermeabilização dos solos é a cobertura permanente de uma dada superfície de terreno e do seu solo com materiais artificiais impermeáveis, como o asfalto e o cimento. A impermeabilização é orientada, em grande medida, por decisões de ordenamento do território. A utilização dos solos é quase sempre uma solução de compromisso entre uma variedade de necessidades sociais, económicas

e ambientais como a construção de habitações, infraestruturas de transporte, produção de energia, agricultura, proteção da natureza (POTOCNIK, 2012).

Em áreas urbanas, a crescente ocupação e impermeabilização dos lotes aliada à falta de planejamento ambiental, tem resultado no aumento considerável de áreas impermeáveis como, por exemplo: telhados, ruas, estacionamentos e outros, os quais alteram significativamente as características qualitativas e quantitativas do ciclo hidrológico. A consequência deste fato é a ocorrência indesejada de problemas de desconforto urbano como as enchentes, o aumento da temperatura, o efeito estufa, e a degradação das águas pluviais, dentre outros (COUTINHO,2011).

O elevado grau de urbanização e a impermeabilização das superfícies são fatos evidentes em todo o Brasil, trazendo como consequência a ocupação desordenada em áreas de risco, o aumento da velocidade e do volume do escoamento superficial direto, o aumento da temperatura, a degradação da qualidade da água, ocasionando como efeito diversos prejuízos à sociedade (COUTINHO,2011).

### 3.4 IMPACTOS DA IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO

A impermeabilização do solo é a principal causa da deficiência de absorção das precipitações pluviométricas. Deste modo ocasionam grandes volumes de enxurradas, por não conseguirem infiltrar no solo, além de alagamentos, pois os bueiros muitas vezes, encontram-se entupidos por falta de estrutura, e pela quantidade de resíduos que são gerados, acrescidos pela falta de educação ambiental da população, essas águas criam rapidamente uma lâmina sobre o asfalto, e arrasta motos e carros, assim provocando grandes prejuízos para sociedade (SILVA,2018).

A urbanização tende a impermeabilizar o solo e acelerar o escoamento por condutos e canais. Este processo, segundo Andrade (20216) produz:

- a. Aumento da vazão máxima e sua frequência das inundações;
- b. Aumento da velocidade do escoamento, resultando em erosão do solo e produção de sedimentos para o sistema de drenagem;
- c. Aumento dos resíduos sólidos que escoam para o sistema de condutos. Os sólidos produzem entupimento e reduzem a capacidade de escoamento de condutos e canais, produzindo maiores inundações;
- d. Deterioração da qualidade da água pluvial devido à lavagem das superfícies urbanas.

## 4 RESULTADOS E DISCUÇÕES

O tópico foi subdividido em quatro partes, sendo a primeira trazendo a análise de Coutinho (2011) em relação Blocos intertravados de concreto vazados. A segunda à análise de Cooper (2013) em relação a três superfícies, sendo o pavimento permeável de bloco intertravado o escolhido para comparação entre superfície gramada e um pavimento convencional. A terceira o estudo de ARAÚJO, Paulo Roberto de; TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; GOLDFNFM, Joel Avruch (2000) em um experimento com pavimento de blocos preenchidos com solo e grama. E a quarta parte à análise dos resultados obtido nessa revisão bibliográfica dos autores mencionados.

### 4.1 BLOCOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO VAZADOS- COUTINHO (2011)

A Figura 1 mostra a escavação de uma vala de 3m de comprimento, por 1,5m de largura, e 64 cm de profundidade destinada ao módulo experimental. A fim de permitir o armazenamento de água no interior do pavimento vazado, o reservatório constituído pela camada de brita 19mm, o qual se encontra intercalada entre duas camadas de areia e dois geotêxtil denominados comercialmente de “bidim”. Foram instalados 7 tensiômetros de cápsula porosa, com a finalidade de medir o potencial matricial de sucção ao longo do perfil de solo suporte do pavimento.

Para quantificar o volume de água que o pavimento pode armazenar, foram instalados poços de observação dos níveis de água no interior do pavimento. A Figura 2 ilustra os instrumentos de observação do nível de água no interior do pavimento e detalhes do material selecionado para preenchimento do pavimento.

Figura 1-Espaço dimensionado para a execução do módulo experimental do



Figura 2-Pavimento permeável preenchido com brita.



Fonte: COUTINHO (2011)

Figura 3-Camada de areia sobreposta a camada de bidim



Figura 4-Revestimento em blocos intertravados de concreto vazados



Fonte: COUTINHO (2011)

Ao longo do período de monitoramento, o pavimento permeável apresentou elevadas taxas de infiltração da camada de revestimento, resultando em respostas rápidas aos incrementos de precipitação tendo como consequência elevadas taxas de ascensão do nível para o reservatório (camada de brita).

Mesmo sob a ação mecânica direta dos pneus dos veículos, não foi notada uma queda da capacidade de infiltração da camada superficial do revestimento ao longo deste curto período de monitoramento, o pavimento foi monitorado em condições reais de funcionamento, sujeito a eventos naturais de precipitação pluviométrica e a ação de agentes que tendem a prejudicar seu funcionamento hidráulico como folhas de árvores, sedimentos e lixo e mesmo assim apresentou um padrão de funcionamento hidráulico. Acredita-se que as atividades de manutenção e limpeza semanal da superfície tenham influenciado decisivamente em seu bom desempenho.

#### 4.2 PAVIMENTO PERMEAVEL COM BLOCOS INTERTRAVADOS- COOPER (2013)

A pesquisa demonstra um estudo com ensaios do pavimento em blocos intertravados comparando com a grama e o concreto convencional (que simula a pavimentação dos grandes centros urbanos), apresentando o método utilizado para a construção e os ensaios de escoamento superficial de cada superfície.

Segundo o autor para a construção do reservatório do pavimento permeável (nº 4), foi utilizada na camada inferior do reservatório uma tela fina, denominada “Sombrite”, com a finalidade de atuar como filtro (nº 3). Acima desta tela, colocou-se a brita 3(nº 4), formando o reservatório de pedras. Após colocou-se novamente tela para a separação(nº 3), entre a brita do reservatório e a areia de

assentamento dos blocos (nº 2). A espessura da camada de areia foi de 5 centímetros, convém salientar que nesta situação a boa técnica recomenda a utilização do filtro geotêxtil para a separação das camadas, porém foi necessária a utilização de um material alternativo. Após estas etapas foi possível o assentamento dos blocos (nº 1) Figura 5, com uma declividade de 2%. Para a execução da parcela de 1 m<sup>2</sup>, foram necessários 50 blocos. Os mesmos resistem a uma pressão de até 35 Mpa e possuem dimensões de 20 centímetros de comprimento, 10 centímetros de largura e 8 centímetros de altura. A Figura 6 aponta o experimento acabado.

Figura 5-Pavimento Permeável.

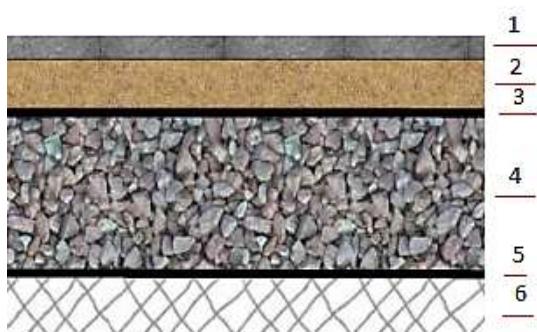


Figura 6- Blocos Inter travados.



#### 4.2.1 SUPERFÍCIE GRAMADA- COOPER (2013)

Para esta superfície utilizou-se a grama da espécie são-carlos (*Axonopus compressus*). O local onde se instalou a superfície gramada sofreu preparação da base, de forma a nivelar o local e afrouxar a terra, para uma aderência (enraizamento) mais rápida. Posteriormente, as leivas de gramas foram colocadas na base já preparada, para a construção da parcela de 1 m<sup>2</sup> Figura 7. Após a colocação em seu local definitivo, tomou-se o cuidado para a realização de uma pequena compactação manual, para uma maior aderência das leivas de grama com o solo. O desnível, da superfície estudada, foi de 2%.

Figura 7-Superfície Gramada.



#### 4.2.2 SUPERFÍCIE CONCRETO CONVENCIONAL

Para a execução desta superfície utilizou-se o traço para concreto, recomendado pelo Guia prático para a construção de calçadas, Castro et al. (2010). O traço utilizado foi de 1:3:5, a/c 42. No local do experimento, a placa, foi assentada sobre um colchão de brita compactada, e acima desta camada, foi colocado areia para a obtenção do desnível de 2% (placa possui 1 m<sup>2</sup> de área e 5 centímetros de espessura Figura 8. Para a sua confecção foram necessários 17 Kg de cimento, 34 Kg de areia, 61 Kg de brita 1 e 11 litros de água (COOPER,2013).

Figura 8— Concreto Convencional.



#### 4.2.3 ENSAIOS DE ESCOAMENTOS DAS SUPERFÍCIEIS ANALISADAS

A Tabela 2 apresenta os valores encontrados para o coeficiente de escoamento superficial para as diferentes superfícies, obtidos através do método racional. Para cada superfície testada, o teste foi repetido. Pode-se observar que a superfície de concreto, nos diferentes testes, apresenta os maiores valores (0,46; 0,43 e 0,51) em comparação com as demais superfícies. A grama apresentou os menores valores (0,02; 0,03 e 0,02), comprovando a importância das superfícies naturais.

Tabela 2-Valores Coeficiente de Escoamento.

Teste	Intensidade simulada (mm/h)	Altura de chuva aplicada (mm)	Volume de entrada (L)	Coeficiente "C", pelo método Racional
Superfície de concreto				
1	176,3	29,38	13,51	0,46
2	177,8	29,63	12,57	0,43
3	191,4	31,89	15	0,51
Superfície Gramada				
1	198,9	33,15	0,72	0,02
2	197,4	32,90	0,75	0,03
3	177,8	29,63	0,68	0,02
Superfície de pavimento permeável				
1	197,4	32,90	2,16	0,07
2	194,4	32,40	2	0,07
3	197,4	32,90	2,25	0,08

#### 4.2.4 RESUMO DOS ENSAIOS DE ESCOAMENTOS DAS SUPERFÍCIES ANALISADAS

O experimento foi conduzido em área localizada na Universidade Federal do Pampa/Campus de Alegrete. Nesta área foram realizados ensaios de infiltração de água no solo e análise granulométrica. Foram testados três tipos de superfícies, que poderão ser utilizadas para redução dos escoamentos gerados pelas chuvas: blocos de concreto permeável, concreto e grama. Em cada superfície foram simuladas precipitações máximas, calculadas de acordo com a curva IDF, para região de Alegrete/RS. Os valores para as constantes da respectiva equação, foram obtidos em Pruski *et al.* (2006).

Utilizou-se um período de retorno (Tr) de 10 anos e tempo de duração da precipitação de 10 minutos. Para a aplicação destas precipitações foi construído um simulador de chuvas. No período das simulações das chuvas, eram anotados os valores que precipitavam sobre a área de 1m<sup>2</sup> e no final do tempo eram registrados os valores que escoaram durante este período. Assim foi possível, através do método racional, determinar o coeficiente de escoamento de cada superfície estudada. Os resultados foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas entre si pelo teste T de Student, em nível de 5% de probabilidade de erro. Os resultados demonstram que a impermeabilização das cidades com concreto e asfalto aumenta o escoamento superficial, geralmente ocasionando as inundações urbanas. Os blocos de concreto permeável reduzem o escoamento superficial em comparação com o concreto, comprovando sua eficácia, surgindo como alternativa em substituição as superfícies impermeáveis. A superfície gramada apresentou os melhores resultados gerando pouco escoamento, comprovando que sua remoção é prejudicial no controle do escoamento.

Para a cidade de Alegrete/RS, embora a taxa de infiltração básica seja inferior à indicada para implantação de pavimentos permeáveis do tipo infiltração total, o uso destas superfícies é

recomendável, uma vez que reduziu o escoamento em vinte vezes, quando comparado a superfícies de concreto. Também recomenda-se o uso de superfícies gramadas para redução do escoamento pluvial.

#### 4.3 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DOS PAVIMENTOS PERMEÁVEIS -ARAÚJO, TUCCI E GOLDENFUM (2020)

O experimento, efetuado na área do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), consistiu na simulação de chuvas sobre diferentes tipos de superfície. O simulador de chuvas utilizado nas simulações foi o aparelho concebido por Asseline e Valentin (1978). Segundo Silveira e Chevallier (1991), este simulador tem a capacidade de gerar precipitações com intensidades variáveis sobre uma parcela alvo de 1 m<sup>2</sup>.

Foram utilizados dois tipos de pavimentos semi-permeáveis: blocos de concreto industrializado do tipo "Pavi S" (blockets) e paralelepípedos de granito Figura 9. Os pavimentos de blocos de concreto e de paralelepípedos já existiam na área experimental, construídos para experimentos anteriores, sendo que a escavação de cada superfície foi feita de modo que a superfície ficasse no mesmo nível da rua e que as pedras ficassem confinadas lateralmente (Genz, 1994).

Figura 9 Pavimentos simulados.



Foram efetuadas simulações da chuva de projeto (duração de 10 min, período de retorno de 5 anos e intensidade de 111,9 mm/h) sobre as parcelas de solo compactado, pavimento impermeável (concreto), pavimentos semi-permeáveis (blocos de concreto e paralelepípedos) e pavimento

permeável (blocos de concreto vazados). O resumo dos resultados das simulações pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3 Resultados das simulações de chuva nas superfícies simuladas.

	Solo Compactado	Concreto	Bloco de Concreto	Paralelepípedo	Concreto Poroso	Blocos Vazados
<b>Data</b>	03/06/98	28/10/98	29/07/98	13/10/98	13/04/99	27/01/99
<b>Hora Início</b>	14h06min	15h15min	15h20min	11h20min	14h55min	10h08min
<b>Intensidade simulada (mm/h)</b>	112	110	116	110	120	110
<b>Chuva total (mm)</b>	18,66	18,33	19,33	18,33	20,00	18,33
<b>Escoamento total (mm)</b>	12,32	17,45	15,00	10,99	0,01	0,5
<b>Coeficiente de escoamento</b>	0,66	0,95	0,78	0,60	0,005	0,03
<b>Umidade inicial do solo (cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>)</b>	32,81	32,73	32,71	32,72	0,329	32,24

O custo obtido para a implantação de cada pavimento pode ser visto na Tabela 4.

Tabela 4 Custo de implantação dos Pavimentos

<b>Tipo de pavimento</b>	<b>Custo unitário (m<sup>2</sup>)</b>
Blocos de concreto	10,10
Paralelepípedo	16,74
Concreto impermeável	13,14
Blocos vazados	18,22
Concreto poroso	19,06

Nas simulações efetuadas no módulo de pavimento impermeável praticamente toda chuva gera escoamento superficial, com acréscimo de 44% no coeficiente de escoamento, em comparação com a simulação no solo compactado, mostrando a potencialidade de crescimento das cheias urbanas em função de uma utilização intensa deste tipo de cobertura. As simulações nas superfícies semipermeáveis apresentaram escoamento superficial inferior ao do concreto: nos blocos de concreto observa-se crescimento de 22% no coeficiente de escoamento e nos paralelepípedos é registrada queda de 11% neste coeficiente, sempre em comparação com o solo compactado.

O seu uso em áreas urbanas pode contribuir para o controle da geração de escoamento superficial quando instalados em substituição a pavimentos impermeáveis. Na simulação de chuva no pavimento permeável praticamente não ocorreu escoamento superficial. Sugere-se, por questões de resistência estrutural e de manutenção, que estes pavimentos sejam utilizados em estacionamentos para veículos leves, especialmente em áreas de “shopping centers” e grandes supermercados, uma vez que eles mostram ser dispositivos altamente recomendados para o controle dos volumes escoados, apresentando inclusive redução em comparação com as condições de pré-desenvolvimento.

## CONSIDERAÇÕES

A análise apresentada dos métodos dos diferentes tipos de pavimentos nos mostra que todos eles são técnicas que podem reduzir ou até sanar a impermeabilização do solo, devido aos baixos índices de escoamento superficial.

Um ponto a ser levado em consideração é que no trabalho de Araujo *et al.* (2000), o pavimento da superfície de solo compactado apresentou um escoamento superficial bem maior, onde se levanta a questão que os blocos vazados ganharam do chão batido, sendo uma melhor opção de pavimentação, para a redução dos impactos da impermeabilização do solo.

No trabalho de Cooper (2013), os blocos vazados reduzem o escoamento de forma considerável cumprindo com seu objetivo de análise, que é a diminuição do escoamento superficial e a tentativa de devolução ao solo a sua capacidade de infiltração. A superfície de concreto gera volumes superior de escoamento, provando que a impermeabilização das cidades com o asfalto, aumenta o escoamento sendo responsável em na maioria das vezes pelas inundações e alagamentos.

Os resultados encontrados recomendam a utilização de pavimentos permeáveis e grama para cobertura das superfícies. Neste sentido poderia prosseguir com estudos de intensificação de utilização dos pavimentos, através de pesquisa com moradores e incentivos pelo poder público para sua implantação

Este artigo nos mostra que os diferentes tipos de pavimento permeável é uma técnica que compensaria e reduziria a impermeabilização do solo, de acordo com os dados apresentados. Assim podendo ser implementado em praças, estacionamento e pavimentação de condomínios residencial.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE. C., Gildeson. Dimensionamento de pavimentos permeáveis em Boa Vista – RR para redução do escoamento superficial. Artigo Científico, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista/RR.
- ARAÚJO, Paulo Roberto de; TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; GOLDENFUM, Joel Avruch. Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução de escoamento superficial. RBRH: Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Vol. 5, n. 3 (jul./set. 2000), p. 21-29, 2000.
- BISPO C., Telma; LEVINO A., Natalya. Impactos ambientais decorrentes do uso e ocupação desordenada do solo: um estudo da região da periferia de Maceió/AL. XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Belo Horizonte - MG, 2011.
- COOPER M., Alisson. Estudo de viabilidade técnica da implantação de pavimento permeável do tipo infiltração total para redução do escoamento superficial, na cidade de Alegrete/RS. Artigo Científico, Universidade Federal do Pampa, Alegrete/RS.
- COUTINHO P., Artur. Pavimento Permeável como técnica compensatória na drenagem urbana da cidade de Recife. Programa de (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife/PE, 2011.
- FERGUSON, B.K. Poros Pavimentos. Taylor and Francis Group, New York, 2005. FOCHESSATTO C. A., Amanda. MICRORRENAGEM URBANA: Análise e solução para o problema na Avenida Sete de Setembro, na cidade de Três Corações – MG. UNIS/MG, Varginha, 2017.
- MARTINS S. R. , José. Gestão da drenagem urbana: só tecnologia será suficiente?. Artigo Científico, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, SP, 2012.
- MOURA F. S. , Erika; SILVA R., Simone. Estudo do grau de impermeabilização do solo e proposta de técnicas de drenagem urbana sustentável em área do Recife-PE. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades (GC), Recife, 2015.
- NASCIMENTO F. T. D., Diego; OLIVEIRA J., Ivanilton. Mapeamento do processo histórico de expansão urbana do município de Goiânia-go. Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiás/GO, 2015.
- NASCIMENTO, D. T. F.; OLIVEIRA, I. J. de. Análise da evolução do fenômeno de ilhas de calor no município de Goiânia-GO (1986-2010). Boletim Goiano de Geografia (Impresso), 2011, v. 31. pp. 113-127.
- POTOCNIK, Janez. Orientações sobre as melhores práticas para limitar, atenuar ou compensar a impermeabilização dos solos, Serviço das Publicações da União Europeia, Luxemburgo, 2012.
- SANTOS A, Karla; RUFINO A.A, Iana; FILHO B. N. M., Mouro. Impactos da ocupação urbana na permeabilidade do solo: o caso de uma área de urbanização consolidada em Campina Grande – PB. Eng Sanit Ambient | v.22 n.5, Campina Grande, 2017.
- SILVA L. A., Josiane. Tecnologias alternativas em drenagem urbana para os pontos críticos de alagamento do Município de Goiânia/GO. Especialista em Gestão Pública, Brasília-DF, 2018.
- SOUZA E. S. , Raimundo; GONÇALVES G. F., Guilherme. Um estudo sobre os impactos decorrentes de inundações no município de Belo Horizonte. Artigo , (RGESA), Florianópolis, 2018.

# Capítulo 9



10.37423/230507672

## DESAFIOS DA INDÚSTRIA 4.0 E A SUSTENTABILIDADE NO BRASIL: UMA DISCUSSÃO

Ricardo Luiz Perez Teixeira

Cynthia Helena Soares Bouças Teixeira

*Instituto de Engenharias Integradas da Universidade Federal de Itajubá, Itabira, MG, Brasil.  
Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil*



**Resumo:** Este resumo aborda o impacto da Indústria 4.0 na siderurgia brasileira, com foco na integração de tecnologias de informação e processos produtivos. A revisão de literatura examina a evolução da Indústria 4.0 e destaca seus principais desafios. O estudo enfatiza a importância da atualização da indústria e das universidades para preparar profissionais para a integração de novas tecnologias, garantindo o desenvolvimento sustentável do setor industrial e do país. É necessária uma mudança de mentalidade e adaptação de empresas e universidades para enfrentar os desafios da Indústria 4.0. O estudo ressalta a importância de habilidades como digitalização, automação e sustentabilidade para os profissionais da área. As universidades devem ajustar seus currículos para desenvolver habilidades relacionadas à Indústria 4.0. Adotar práticas de sustentabilidade e a Indústria 4.0 pode melhorar a competitividade da indústria brasileira, promover o crescimento econômico e reduzir os impactos ambientais.

**Palavras-chave:** Administração, Engenharia, Ensino Superior, Indústria 4.0, Sustentabilidade.

## 1. INTRODUÇÃO

O estudo intitulado "Desafios da Indústria 4.0 na Siderurgia e Sustentabilidade no Brasil" explora as transformações provocadas pela revolução industrial 4.0, que estão modificando a maneira como a indústria tradicional pensa, gerencia e produz (TEIXEIRA *et al.*, 2019). Essas mudanças têm impulsionado a indústria para um novo patamar em termos de desenvolvimento em relação às outras revoluções industriais. Ao longo de mais de 200 anos, as revoluções industriais têm sido fundamentais para a aplicação e desenvolvimento de soluções tecnológicas em resposta aos paradigmas da indústria (TEIXEIRA; TEIXEIRA, 2022). A Figura 1 apresenta uma representação esquemática das diferentes revoluções industriais e o aumento crescente da complexidade das demandas, tecnologias e processos produtivos industriais.

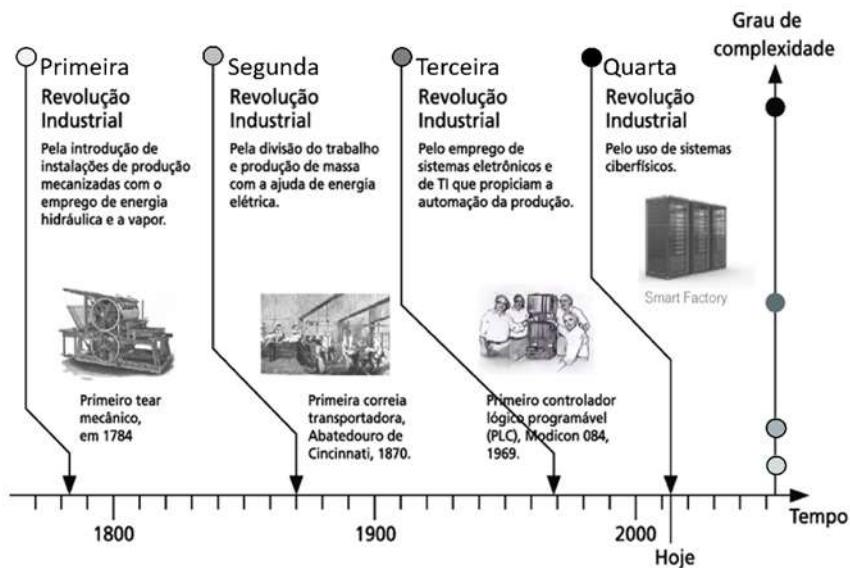


Figura 1 – Revoluções industriais

Fonte: Adaptado de Calabrò (2019)

As três primeiras revoluções industriais foram fundamentais para o desenvolvimento econômico, com destaque para a introdução da mecanização da produção e o uso da eletricidade nas linhas de montagem, bem como a automação dos processos com a introdução de técnicas de eletrônica e de tecnologia da informação. Já a 4<sup>a</sup> Revolução Industrial, que envolve tecnologias como a Manufatura Aditiva (3D), a Inteligência Artificial (IA), a Internet das Coisas (IoT), a Biologia Sintética (SynBio) e os Sistemas Ciber-Físicos (CPS), conforme Tabela 1, traz a fusão do mundo físico, digital e biológico como grande diferencial (ENACOM, 2019; SCHWAB; DAVIS, 2018). Essas tecnologias permitem a criação de

sistemas mais inteligentes e autônomos, trazendo novos desafios e oportunidades para a indústria (Agenda brasileira para a indústria 4.0, 2019; PINON *et al.*, 2018; PEREIRA; SIMONETTO, 2018).

	Manufatura Aditiva	Manufatura Aditiva ou Impressão 3D é a adição de material para fabricar objetos, formados por várias peças, constituindo uma montagem.
	Inteligência Artificial	É um segmento da computação que busca simular a capacidade humana de raciocinar, tomar decisões, resolver problemas, dotando softwares e robôs de uma capacidade de automatizarem vários processos.
	Internet das Coisas	Internet das Coisas representa a possibilidade de que objetos físicos estejam conectados à internet podendo assim executar de forma coordenada uma determinada ação. Um exemplo seriam carros autônomos que se comunicam entre si e definem o melhor momento (velocidade e trajeto, por exemplo) de fazer um cruzamento em vias urbanas.
	Biologia Sintética	É a convergência de novos desenvolvimentos tecnológicos nas áreas de química, biologia, ciência da computação e engenharia, permitindo o projeto e construção de novas partes biológicas tais como enzimas, células, circuitos genéticos e redesenho de sistemas biológicos existentes.
	Sistemas Ciber-físicos	Sistemas Ciber-Físicos sintetizam a fusão entre o mundo físico e digital. Dentro desse conceito, todo o objeto físico (seja uma máquina ou uma linha de produção) e os processos físicos que ocorrem, em função desse objeto, são digitalizados. Ou seja, todos os objetos e processos na fábrica tem um irmão gêmeo digital.

Tabela 1 - Tecnologias relacionadas à Indústria 4.0

Fonte: Agenda brasileira para a indústria 4.0 (2019)

O conceito de Indústria 4.0 surgiu em um projeto de estratégia de alta tecnologia financiado pelo governo federal alemão, sendo mencionado pela primeira vez na feira de tecnologia de 2011 em Hannover. Os princípios são destinados à produção industrial e visam a renovação da indústria para a Manufatura Avançada. Países como Estados Unidos, Alemanha e China lideram a implantação da Indústria 4.0, correspondendo a cerca de 35% da economia mundial em PIB. O Brasil, por sua vez, investe menos agressivamente, buscando manter-se competitivo. A Indústria 4.0 representa uma evolução natural dos sistemas industriais anteriores, desde a mecanização do trabalho até a automação da produção atualmente, com a aplicação de automação e sistemas de informação que melhoram significativamente a produtividade nas fábricas. (SANTOS *et al.*, 2018, p.115)

A evolução das tecnologias proporcionou um avanço na produção industrial, gerando mais eficiência, qualidade e menor custo (CHENG *et al.*, 2015). A Indústria 4.0 é uma estratégia de alta tecnologia promovida pelo governo alemão, que consiste na integração de tecnologias digitais para tornar os sistemas de produção mais flexíveis e colaborativos (Santos *et al.*, 2018, p.112). A digitalização é a base da Indústria 4.0, que abrange um conjunto de tecnologias, como inteligência artificial, *big data*, *internet* das coisas (IoT), produção inteligente e conectada, nanotecnologia, entre outras, conforme Figura 2 (SANTOS *et al.*, 2018, p.112). A integração entre o mundo físico e digital por meio dos sistemas ciber-físicos é um importante aspecto, com dispositivos como sensores conectados à nuvem para análise e processamento massivo de dados (BONILLA, 2018; CHEN, 2017). No caso das plataformas de IoT, torna-se possível a integração de objetos físicos e virtuais em redes conectadas à Internet, permitindo a coleta, troca e armazenamento de enorme quantidade de dados, que uma vez processados e analisados, podem gerar informações e serviços em larga escala.

O texto de ATZORI, IERA e MORABITO (2010) destaca que a Internet das Coisas (IoT) terá um impacto significativo em várias áreas, incluindo a vida cotidiana dos usuários, com possíveis aplicações em domótica (gestão integrada com IoT), saúde, vida assistida e aprendizagem avançada. A indústria também está sendo afetada pela adoção de conceitos de IoT e digitalização de fábricas, o que está reformulando modelos de negócios e mudando as normas de concorrência (DALENOGARE *et al.*, 2018). Além disso, a "Internet dos Serviços" é outro conceito interessante que usa a Internet para criar valor no setor de serviços. A interface homem-máquina é fundamental e pode ser explorada em várias áreas, incluindo o uso de roupas robóticas, realidade virtual e impressão 3D. Por fim, mecanismos de autenticação e detecção de fraude podem aumentar a segurança das novas tecnologias (BARRETO; AMARAL; PEREIRA, 2017).



Figura 2 - Tecnologias relacionadas à Indústria 4.0

Fonte: Teixeira e Teixeira (2022)

A Indústria 4.0 é impulsionada pelos benefícios gerados pela redução de custos. Cada empresa pode definir individualmente, de acordo com suas possibilidades financeiras e estratégia, qual caminho seguir para a transformação tecnológica (TIDD; BESSANT, 2018). As tecnologias da Indústria 4.0 podem impactar tanto os processos quanto os produtos e a cadeia produtiva das empresas. As empresas de processos contínuos são as que estão mais próximas da tendência mundial, contando com elevada automação em processos (MARTINS, 2019; LIAO *et al.*, 2018). Já para as empresas de processos discretos, os impactos são maiores devido à maior possibilidade de customização do processo, permitindo a oferta de produtos e serviços de maior valor agregado (IEDI, 2019). Essa maior flexibilidade é mais viável na indústria de processos discretos devido à menor rigidez de seus processos (LU, 2017). Novas alternativas tecnológicas podem ocasionar mudanças no mercado, dificultando a entrada de concorrentes ou o estabelecimento de novos grupos de negócios através de fusões e parcerias (ZHONG, 2017).

Os impactos da Indústria 4.0 são diversos e incluem melhorias na eficiência dos processos, economia de energia, melhoria na qualidade dos produtos, redução dos custos de produção, redução do tempo de setup, redução dos custos de manutenção e de paradas não previstas, redução de custos administrativos e estoques, redução do tempo no desenvolvimento de novos produtos, entre outras possibilidades. Como afirmam Zennaro *et al.* (2019), a integração entre equipamentos e a otimização da produção possibilitada pela Indústria 4.0 pode trazer inúmeros benefícios para a produção

brasileira, mas para alcançar o sucesso é preciso dominar as tecnologias necessárias e integrá-las de forma adequada.

Nesse sentido, é fundamental que as universidades preparem os estudantes de engenharia para lidar com as tecnologias envolvidas na Indústria 4.0. Como salienta Hammer (2017), a implantação da Indústria 4.0 pode gerar desde a redução de custos de produção até a geração de novos produtos e modelos de negócio, o que torna essencial que cada indústria estipule seus objetivos e trace metas para a construção da indústria do futuro.

Embora não esteja diretamente ligado à Indústria 4.0, a otimização da produção tem um impacto significativo na redução de resíduos e no consumo energético, conforme apontado por De Oliveira et al. (2021). Ao incorporar o tripé da sustentabilidade à Indústria 4.0, os conceitos de sustentabilidade na produção são introduzidos, o que permite que o lucro seja obtido em conjunto com a responsabilidade ambiental e social (LIU, 2020; NORGATE, 2006; OLMEZ, 2016).

## 2. O CONTEXTO BRASILEIRO

O setor industrial é de grande importância para a economia brasileira, mas enfrenta grandes desafios e mudanças devido à evolução tecnológica. Infelizmente, a participação da indústria de transformação no PIB brasileiro caiu drasticamente de 27% na década de 1980 para cerca de 11% na atual década, o menor valor da série histórica (AGENDA BRASILEIRA PARA A INDÚSTRIA 4.0, 2019; GILPIN, 2018; KUMAR; SUNDARRAJ, 2018; EVANS, 2018; FUKUYAMA, 2017; TORTORELLA; FETTERMANN, 2017). Essa queda se deve a mudanças na estrutura produtiva, política e aos novos modelos de negócios trazidos pela evolução tecnológica. Essa diminuição indica um afastamento do Brasil em relação à revolução tecnológica industrial e em comparação com as grandes economias mundiais. Para estar preparado para as mudanças necessárias, é fundamental investir em inovação e preparação para a Indústria 4.0.

Nos últimos três anos, o governo brasileiro adotou uma série de medidas para melhorar a economia do país. Entre elas, destacam-se a austeridade fiscal, a redução da burocracia e o estímulo a setores produtivos voltados para exportação, bem como a busca de parcerias internacionais. Essas iniciativas têm contribuído para uma retomada do crescimento econômico no Brasil. Essa recuperação da economia brasileira tem um impacto direto nos investimentos da indústria nacional. De fato, a melhora na economia tem resultado em um aumento na demanda por produtos e serviços industriais, impulsionando o crescimento desse setor. Além disso, a maior estabilidade econômica tem

aumentado a confiança dos investidores, o que pode levar a um aumento nos investimentos em inovação e tecnologia na indústria (TEIXEIRA *et al.*, 2019).

As medidas adotadas pelo governo brasileiro nos últimos anos representam um importante passo para a recuperação da economia do país. No entanto, é importante destacar que ainda há muitos desafios a serem enfrentados para garantir um crescimento econômico sustentável e inclusivo a longo prazo. Nesse sentido, é fundamental que o governo continue trabalhando em políticas públicas que promovam a inovação e a competitividade da indústria brasileira, além de investir em educação e capacitação da força de trabalho. (IEDI, 2019; SANTOS; BASSO; KIMURA, 2018; ALBAN, 2018).

A Indústria 4.0 tem apresentado impactos significativos em diversos setores, incluindo a indústria automobilística, sendo a estampagem uma das áreas em que a tecnologia tem maior presença (CONCEIÇÃO *et al.*, 2022). Um dos principais impactos da Indústria 4.0 nesse setor é a coleta e processamento de dados e informações, que possibilita o monitoramento em tempo real do processo produtivo, fornecendo maior confiabilidade e segurança na tomada de decisão. Bhering *et al.* (2021) destacam que a utilização de sensores em equipamentos é uma das formas de se alcançar essa otimização. A otimização da produção com segurança é outro benefício significativo, reduzindo custos e aumentando a produtividade, como apontado por Scherer *et al.* (2020).

Outro impacto positivo da Indústria 4.0 é a capacidade de oferecer soluções personalizadas aos clientes devido à flexibilidade da produção, além de otimizar a matéria-prima e reduzir desperdícios, conforme constatado na pesquisa de Iwamura *et al.* (2018). A utilização de jogos e simuladores no ambiente de trabalho tem sido outra forma de impacto positivo, permitindo o aprimoramento dos treinamentos *on the job*, como afirmado em pesquisas anteriores.

A implementação da Indústria 4.0 tem um grande impacto na qualificação dos trabalhadores e na necessidade de alterações nos postos de trabalho, como destacado por Sartori *et al.* (2021). O setor automotivo, especialmente na área de estampagem, tem sido beneficiado pela Indústria 4.0, com melhorias significativas na produtividade, redução de custos e maior qualidade e personalização dos produtos, bem como na formação e habilidades dos trabalhadores. Para aproveitar todo o potencial da tecnologia, é essencial que as empresas se adaptem às mudanças e invistam na qualificação de seus funcionários, bem como as universidades, para fornecer treinamentos adequados a essa nova mão-de-obra.

Segundo o estudo de Bhering *et al.* (2021), a utilização de sensores em equipamentos permite o monitoramento em tempo real do processo produtivo, proporcionando maior confiabilidade e

segurança na tomada de decisão. Além disso, a otimização da produção com segurança é um dos benefícios, reduzindo custos e aumentando a produtividade, conforme apontado por Scherer et al. (2020). A pesquisa de Iwamura *et al.* (2018) destaca ainda a otimização da matéria-prima e redução de desperdícios como benefícios da Indústria 4.0.

Em síntese, a Indústria 4.0 tem trazido benefícios significativos para a indústria brasileira, especialmente na estampagem de metais, e é essencial que as empresas e universidades se adaptem às mudanças para aproveitar todo o potencial da tecnologia da 4<sup>a</sup> revolução industrial.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Indústria 4.0 é uma oportunidade para a indústria brasileira se tornar mais competitiva e integrada à economia global, resultando em maior eficiência, produtividade e redução de custos. Para implementar as tecnologias da Indústria 4.0, é importante que as empresas conheçam a importância delas e seus benefícios, bem como avaliar cuidadosamente a relação custo-benefício e o retorno do investimento.

No Brasil, algumas tecnologias como sistemas modernos de gestão, automação de processos produtivos, robotização, comunicação móvel, sensores e atuadores já estão sendo utilizadas. Entretanto, a adaptação para a Indústria 4.0 enfrenta desafios, como paradigmas sociais e econômicos que precisam ser superados para a implantação real das novas tecnologias.

Para avançar nesse sentido, sugere-se a realização de pesquisas com abordagem de pesquisa-ação, com o objetivo de propor intervenções no ensino de engenharia nas universidades. Dessa forma, os estudantes podem ser atualizados sobre as novas exigências da indústria e preparados para atender às demandas do mercado. Isso promove o desenvolvimento da indústria e a inovação tecnológica, aumentando a competitividade brasileira nos mercados interno e externo.

Portanto, é importante que as empresas entendam a importância da Indústria 4.0 e das tecnologias envolvidas, levando em conta a relação custo-benefício e o retorno do investimento. Além disso, é fundamental superar os desafios sociais e econômicos para a implantação das novas tecnologias. A pesquisa-ação é uma abordagem efetiva para propor intervenções no ensino de engenharia nas universidades, capacitando os futuros profissionais para atender às demandas do mercado e contribuir para o desenvolvimento da indústria e da inovação tecnológica no país.

## REFERÊNCIAS

Agenda Brasileira para a Indústria 4.0. O Brasil preparado para os desafios do futuro. Ministério da Indústria, Comércio e Serviços. Governo Federal, 2019. Recuperado de: <http://www.industria40.gov.br/>.

ALBAN, Marcus. The degradation of Brazilian socioeconomics. *Brazilian Journal of Political Economy*, v. 38, n. 1, p. 167-183, 2018.

ATZORI, L.; IERA, A.; MORABITO, G. The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, v. 54, n. 15, p. 2787-2805, 2010.

BARRETO, Luis; AMARAL, Antonio; PEREIRA, Teresa. Industry 4.0 implications in logistics: an overview. *Procedia Manufacturing*, v. 13, p. 1245-1252, 2017.

BHERING, G. et al. Indústria 4.0: uma revisão sistemática sobre o uso de tecnologias na indústria automobilística. *Revista GEINTEC*, v. 11, n. 1, p. 4108-4118, 2021.

BONILLA, Silvia et al. Industry 4.0 and sustainability implications: A scenario-based analysis of the impacts and challenges. *Sustainability*, v. 10, n. 10, p. 3740, 2018.

CALABRÒ, V. Work 4.0: What is it and why does it matter? 2019. Recuperado de: <https://www.coople.com/uk/future-of-work/work-4-0/>.

CHEN, Yubao. Integrated and intelligent manufacturing: perspectives and enablers. *Engineering*, v. 3, n. 5, p. 588-595, 2017.

CHENG, Chih-Hong et al. Semantic degrees for industrie 4.0 engineering: Deciding on the degree of semantic formalization to select appropriate technologies. In: *Proceedings of the 2015 10th Joint Meeting on Foundations of Software Engineering*. ACM, 2015. p. 1010-1013.

CONCEIÇÃO, I. C. et al. Os discursos sobre a indústria 4.0 no setor de estampagem da indústria automobilística: uma revisão sistemática da literatura. *Revista de Casos e Consultoria*, v. 13, n. 1, 2022.

DALENOGARE, Lucas Santos et al. The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, v. 204, p. 383-394, 2018.

DE OLIVEIRA, D. P. et al. Abordagens de otimização para minimização de desperdícios na produção de manufatura. *Revista Produção Online*, v. 21, n. 4, p. 1-20, 2021.

ENACOM. Afinal o que é a indústria 4.0 - ENACOM da Ciência ao produto. 2019. Recuperado de: [https://www.enacom.com.br/blog-post.html?slug=afinal-o-que-e-a-industria-4-0&gclid=EA1aIQobChMI5fWskc3e4AlViQSRCh0Vwgt7EAAYAyAAEgLUYvD\\_BwE](https://www.enacom.com.br/blog-post.html?slug=afinal-o-que-e-a-industria-4-0&gclid=EA1aIQobChMI5fWskc3e4AlViQSRCh0Vwgt7EAAYAyAAEgLUYvD_BwE).

EVANS, Peter B. *Dependent development: The alliance of multinational, state, and local capital in Brazil*. Princeton University Press, 2018.

FUKUYAMA, Francis. *The great disruption*. Profile Books, 2017.

GILPIN, Robert. The challenge of global capitalism: The world economy in the 21st century. Princeton University Press, 2018.

HAMMER, Markus et al. Profit per hour as a target process control parameter for manufacturing systems enabled by Big Data analytics and Industry 4.0 infrastructure. Procedia Cirp, v. 63, p. 715-720, 2017.

IEDI. Políticas para o desenvolvimento da indústria 4.0 no Brasil. Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI). 2019. Recuperado de: <https://web.bnDES.gov.br/bib/jspui/handle/1408/15486>. Acessado em: 05/05/20019.

IWAMURA, M. H. et al. Aplicação da indústria 4.0 na estamparia de metais. Revista Metallurgical and Materials Engineering, v. 24, n. 1, p. 1-8, 2018.

KUMAR, Vijay; SUNDARRAJ, R. P. The Value of Disruptive Innovations. In: Global Innovation and Economic Value. Springer, New Delhi, 2018. p. 189-256.

LIAO, Yongxin et al. The impact of the fourth industrial revolution: a cross-country/region comparison. Production, v. 28, 2018.

LIU, Y. et al. A sustainable smart manufacturing framework. Journal of Cleaner Production, v. 243, p. 1-14, 2020.

MARTINS, M. S. Inovações Tecnológicas da Indústria 4.0: aplicações e implicações para a siderurgia brasileira. 2019. 110 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2019.932>.

NORGATE, T. E. Sustainability in the minerals industry: Seeking a consensus. Minerals Engineering, v. 19, n. 3, p. 213-221, 2006.

OLMEZ, G. Sustainability in manufacturing: A review. Journal of Cleaner Production, v. 112, p. 504-517, 2016.

PEREIRA, Adriano; DE OLIVEIRA SIMONETTO, Eugênio. Indústria 4.0: Conceitos e Perspectivas Para o Brasil. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, v. 16, n. 1, 2018.

PINON, Marcia M. Barreto et al. Applications and Advantages of the Internet of Things (IoT) at Industry (189-194). Journal of Engineering and Technology for Industry Applications, v. 4, n. 15, p. 189-194, 2018.

SANTOS, Beatrice Paiva et al. INDÚSTRIA 4.0: DESAFIOS E OPORTUNIDADES. Revista Produção e Desenvolvimento, v. 4, n. 1, p. 111-124, 2018.

SARTORI, T. et al. Os desafios da indústria 4.0 para o setor metalúrgico: uma revisão bibliográfica. Caderno de Ciências Contábeis, v. 20, n. 3, p. 72-87, 2021.

SCHERER, M. et al. Indústria 4.0 aplicada à estampagem de metais: uma revisão sistemática. Revista Científica Eletônica de Engenharia Mecânica, v. 17, n. 1, p. 1-19, 2020.

SCHWAB, Klaus; DAVIS, Nicholas. Shaping the future of the fourth industrial revolution. Currency, 2018.

TEIXEIRA, C. H. S. B.; TEIXEIRA, R. L. P. CONVERGENCES BETWEEN CIRCULAR ECONOMY AND INDUSTRY 4.0 PRACTICES. Revista de Gestão Social e Ambiental, v. 16, n. 2, p. 1-18, 2022.

TEIXEIRA, R. L. P. et al. Os discursos acerca dos desafios da siderurgia na indústria 4.0 no Brasil. The Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 12, p. 2525-8761, 2019.

TIDD, Joe; BESSANT, John R. Managing innovation: integrating technological, market and organizational change. John Wiley & Sons, 2018.

TORTORELLA, Guilherme Luz; FETTERMANN, Diego. Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies. International Journal of Production Research, v. 56, n. 8, p. 2975-2987, 2018.

ZENNARO, Ilenia et al. Big size highly customised product manufacturing systems: a literature review and future research agenda. International Journal of Production Research, v. 57, n. 15-16, p. 5362-5385, 2019.

ZHONG, Ray Y. et al. Intelligent manufacturing in the context of industry 4.0: a review. Engineering, v. 3, n. 5, p. 616-630, 2017.

# Capítulo 10



10.37423/230507673

## MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO FÓRUM DE EDÉIA NO ESTADO DE GOIÁS

Alaynne Soares de Almeida

Centro Educacional Brasília de Goiás

Kátia Maria de Souza

Centro Educacional Brasília de Goiás

Carlos Matheus Camilo Santana

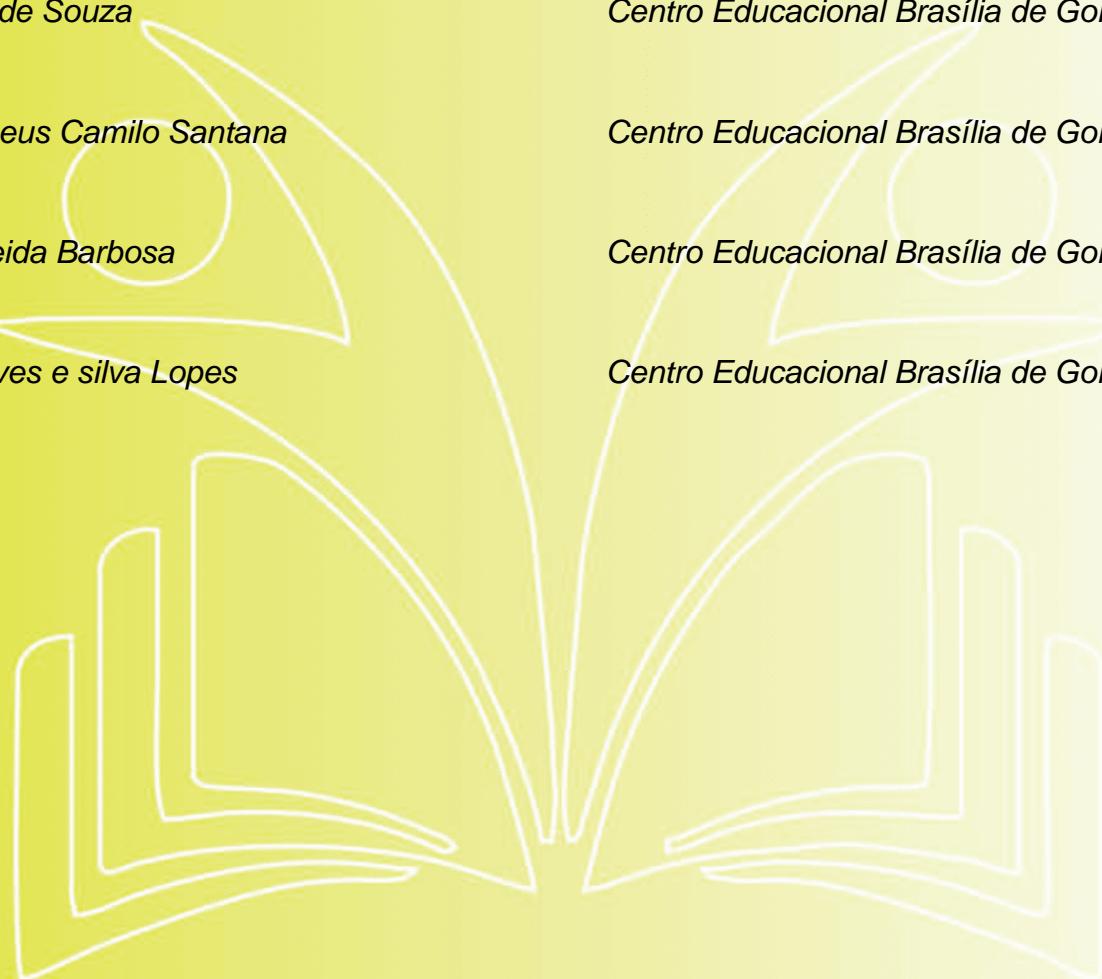
Centro Educacional Brasília de Goiás

Vinício Almeida Barbosa

Centro Educacional Brasília de Goiás

Gabriella Alves e silva Lopes

Centro Educacional Brasília de Goiás



**Resumo:** A construção civil carece de obras com execuções rápidas e custos menores. Com isso, acarretando o uso de materiais de baixa qualidade e má execução dos serviços. Essa condição está ligada a má qualificação da mão de obra provocando o aumento das patologias nas edificações. Esta pesquisa teve como objetivo a verificação as manifestações patológicas que mais afetaram o fórum de Edéia, identificar as causas, as origens e os mecanismos de ocorrência dos problemas patológicos e apresentar soluções preventivas perante a norma NBR 15575 (ABNT, 2013). A metodologia adotada foi de estudo de caso de nível exploratório com identificação das manifestações patológicas. Foi realizado levantamento fotográfico na edificação. No estudo, as causas dos problemas encontrados foram basicamente, má execução, tempo de vida da construção e falta de manutenção. Nos resultados, várias patologias foram encontradas, como, mofo, bolor, eflorescência e fissuras, e com base nos estudos e resultados obtidos, foi proposto soluções para os problemas encontrados para que assim as edificações alcancem um bom desempenho da vida útil. As manifestações patológicas encontradas, a mais comum foi o aparecimento de manchas escuras de mofo e/ou bolor (30%), seguido pelas fissuras, trincas e rachaduras (25%) e eflorescência (5%).

**Palavras-chave:** Manifestações patológicas, Vida útil, Diagnósticos, Edéia.

## 1. INTRODUÇÃO

Com os avanços da indústria e o acúmulo na experiência de arquitetos e engenheiros possibilitaram uma mudança drástica na maneira de empregar o concreto. Novos métodos foram adotados e materiais de construção surgiram, designs mais versáteis foram requisitados e a necessidade constante de executar estruturas com maior rapidez afetou substancialmente a durabilidade das estruturas. Com a durabilidade dos edifícios sendo comprometida, criou-se uma grande demanda para o reparo desses danos, propiciando o desenvolvimento da indústria de manutenção e reparo de estruturas. (GRIEBELER; WOSNIACK, 2017).

O processo construtivo de uma edificação segue da seguinte forma: ideia inicial, planejamento prévio, projeto, fabricação dos materiais para uso no canteiro de obras, execução das partes componentes da edificação e uso. Durante os processos, podem ocorrer falhas ou descuidos dos mais variados tipos, que acabam por gerar vícios e problemas construtivos das etapas previamente citadas. Esta pesquisa teve como objetivo a verificação as manifestações patológicas que mais afetaram o fórum de Edéia, identificar as causas, as origens e os mecanismos de ocorrência dos problemas patológicos e apresentar soluções preventivas (HELENE, 2005).

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

De acordo com Nazario e Zancan (2011), o termo patologia é derivado da palavra grega *phatos*, cujo significado é doenças e sofrimento, e a *logia*, vem da ciência. Na engenharia encontramos a patologia sendo o estudo que tem como função acatar soluções em edifícios no intuito de identificar os déficits encontrados, reduzindo a maioria dos surgimentos patológicos.

No entanto, existem vários fatores que causam patologias, e uma grande dificuldade de classificar sua origem, as primeiras manifestações são chamadas de sintomas, mas esses sinais geralmente evoluem ao longo do tempo, agravando degradações existentes e outros problemas que surgem, portanto, a necessidade de agilidade na busca de soluções no início do aparecimento. (VIEIRA, 2016; ROSA e ROSA, 2020).

Arivabene (2015) relatou que a patologia das estruturas é o campo da engenharia que estuda os surgimentos, consequências e outros problemas que causam a deterioração das estruturas. Através de estudos e pesquisas a finalidade deste trabalho é listar as principais causas encontradas sejam elas, fissuras, trincas, mofo e outros problemas presentes nas edificações. Como também analisar e propor

soluções para tratamento das mesmas, com processos modernos e simples, que garantam a melhoria e solução dos achados.

Segundo Azevedo *et al.* (2011), na maioria dos casos de patologia é possível a descoberta por especialistas da área, tratando na maioria dos casos a reabilitação das estruturas, sendo necessárias avaliações criteriosas de profissionais qualificados para assim alcançar resultado satisfatório na infraestrutura.

Os principais elementos do processo de durabilidade são os agentes ambientais, como a temperatura, chuva, umidade, vento e agressividade química, a água é vista como o elemento primordial de toda a questão. As construções precisam ser projetadas e construídas de maneira que mantenham sua segurança e estabilidade tendo em consideração a sua vida útil da edificação (PINA, 2013).

## PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES

Na indústria da construção civil não é diferente, quase que diariamente surgem novas técnicas construtivas, assim como novos materiais a serem usados em vários tipos de edificações e obras de infraestrutura. O estudo das patologias em construções versa em uma área do conhecimento que busca a identificação das origens, causas, mecanismos e manifestações decorrentes da degradação dos materiais e estruturas (SATO, 2011).

As patologias podem ser decorrentes da degradação natural dos materiais de construção civil ou do desgaste dos sistemas construtivos e podem ser causadas, também, por falhas durante a etapa de concepção, execução ou utilização da edificação. O grau de complexidade das patologias pode variar de acordo com as causas e os mecanismos de degradação dos materiais e estruturas. Ao profissional, cabe adquirir os conhecimentos necessários para prevenir, reparar e reabilitar as edificações submetidas a patologias (ZUCHETTI, 2015).

### 2.3 FISSURAS, TRINCAS E RACHADURAS

Fissuras, trincas e rachaduras, com base na Figura 1 são aberturas decorrentes da movimentação dos materiais e elementos construtivos. Segundo a NBR 9575 (ABNT, 2010) as fissuras são um tipo comum de patologia nas edificações originadas por deformações ou deslocamentos do substrato e podem interferir na estética, na durabilidade e nas características estruturais da obra. Existe uma diferenciação entre as fissuras, trincas e rachaduras sendo as fissuras passivas, que não variam o tamanho em função do tempo, têm aberturas de até 0,5 mm, já as trincas passivas, além de terem

abertura maior que 0,5 mm e menor que 1,0 mm, são mais profundas que as fissuras podendo alcançar a alvenaria e afetar a segurança dos componentes estruturais.

De acordo com Lança (2014), recalque diferencial se encaixa como um dos maiores geradores de fendas nas alvenarias em projetos estruturais, onde, os apoios são afastados do seu estado original de construção, ocasionando novas tensões que não foram calculadas originalmente na planta, gerando fissuras e rachaduras por toda a construção

A Figura 1 mostra a parede, com fissuras, que surgem na horizontal, na edificação referente ao Fórum de Edéia. O tratamento das estruturas com fissuras está conectado à perfeita identificação da causa da mesma, ou seja, do tipo de fissura que será analisada particularmente em relação a sua espessura, e se haverá ou não necessidade de se construir reforços estruturais. As fissuras surgem na face superior, por deficiência diante dos momentos positivos. Possuindo ou não atividade, deve sempre ter um bom tratamento. (THOMAZ, 2016).



Figura 1. Trinca em parede no Fórum da Comarca de Edéia

Fonte: Autoria Própria, 2021.

## 2.4 EFLORESCÊNCIA

Esse fenômeno chamado eflorescência, são composições de salinos na face dos revestimentos, concretos, alvenaria, entre outros, resultante da sua exposição à chuva, decorrente de infiltrações. Na fixação de peças cerâmicas no exterior das fachadas impermeáveis à água, como pode ser observado na Figura 2, podem surgir às manchas brancas aflorante através das juntas das peças cerâmicas, conforme detalhe, onde se destaca a eflorescência entre as pastilhas. Esse fenômeno pode aparecer através da deposição de uma película salina que muda a cor da argamassa podendo também mostrar através de uma camada de sais (DA SILVEIRA; VEIGA; DE BRITO, 2008).

O seu aparecimento se deve a alguns dos fatores:

- Quando o material utilizado na construção apresenta alto teor de sais solúveis;
  - Quando o local ou ambiente é muito quente e úmido;
  - Quando a preparação de um material como argamassa e concreto ou execução de alvenarias e revestimentos envolve excesso de água no preparo;
  - Quando a pintura é feita sobre reboco que ainda está úmido (antes de 28 dias);
  - Quando a areia apresenta impurezas;
  - Quando a estrutura, concreto, argamassa, rejantes e revestimentos apresentam fissuras.
- (RIBEIRO *et. al.*, 2018).

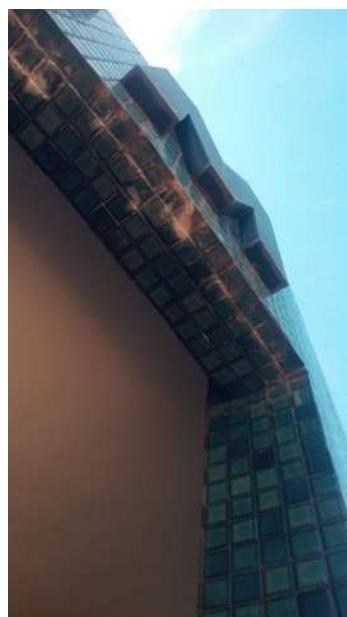


Figura 2. Eflorescência no revestimento cerâmico na parede no Fórum da Comarca de Edéia

Fonte: Autoria Própria, 2021.

## 2.5 BOLOR

O surgimento de mofo ou bolor está diretamente relacionado à presença de umidade, conforme a Figura 3, a parede umedecida por vazamento de tubulação ou penetração de umidade geralmente fica embaçada, e o bolor se expressa macroscopicamente na forma de microrganismos (fungos). Diferentes materiais, e como qualquer outra criatura, mais adaptável em boas condições (SOUZA, 2008).



Figura 3. Bolor no teto do Fórum da Comarca de Edéia

Fonte: Autoria Própria, 2021.

### 3 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso trata-se de um fórum na cidade de Edéia –GO, situado na Avenida Joaquim Vital esquina com a Rua Waldivino José da Silva e Rua Jales Teles. Trata-se de uma edificação comercial térrea com área de terreno 5.949,73m<sup>2</sup>, área da edificação 1.184,02m<sup>2</sup>. Inaugurado em 03 de setembro de 2009.

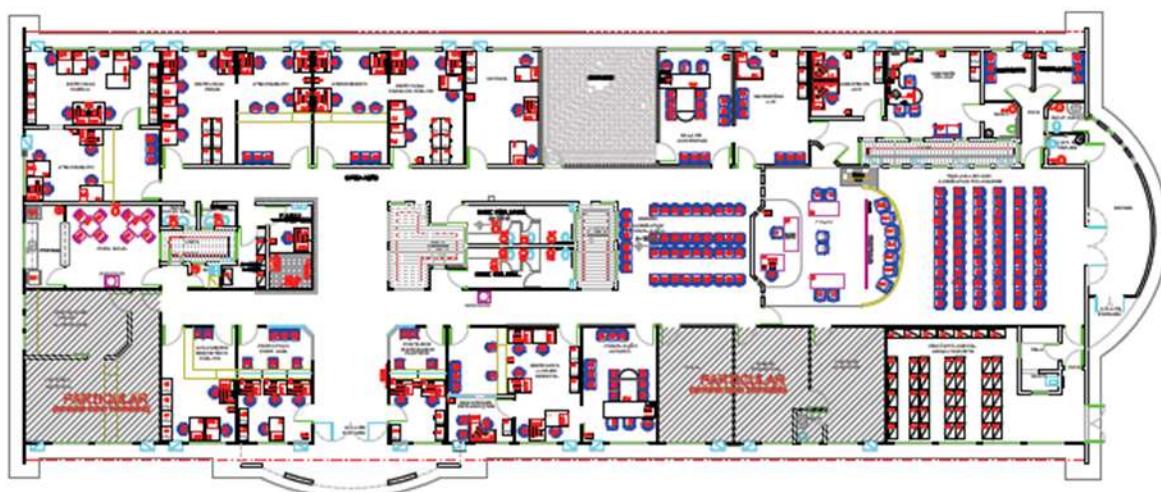


Figura 4. Planta baixa do Fórum da Comarca de Edéia.

Fonte: Arquiteta Cybelle Saad Sabino de Freitas Faria, 2008.

As figuras trazem a relação da edificação visitada e as manifestações patológicas encontradas na construção, identificadas pelas siglas: P1: Manchas de bolor e/ou mofo; P2: Eflorescência; P3: Fissuras, trincas ou rachaduras.

P1: Manchas de bolor e/ou mofo

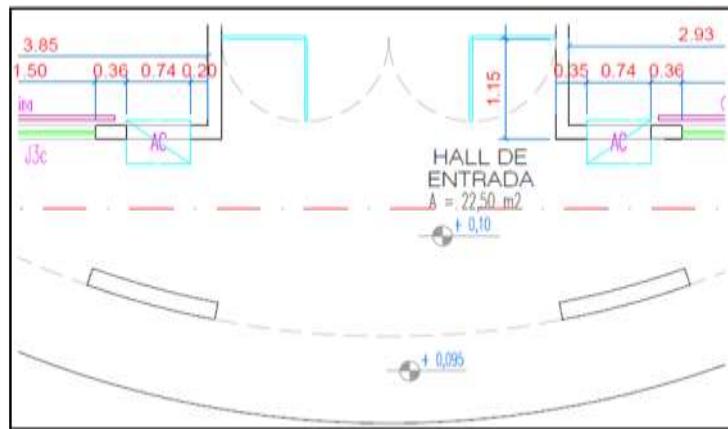


Figura 5. Onde foram encontradas as manchas de bolor na entrada do Fórum da Comarca de Edéia.

Fonte: Arquiteta Cybelle Saad Sabino de Freitas Faria, 2008.

P2: Eflorescência



6. Onde foi encontrada a eflorescência no revestimento da fachada, no Fórum da Comarca de Edéia.

Fonte: Arquiteta Cybelle Saad Sabino de Freitas Faria, 2008.

P3: Fissuras, trincas ou rachaduras

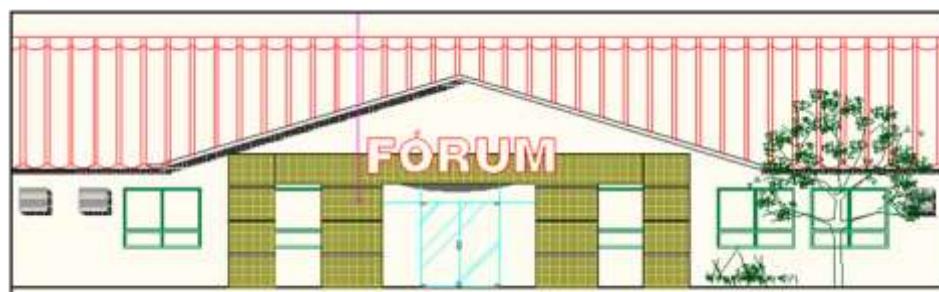


Figura 7. Onde foi encontrada a trinca na parede, no Fórum da Comarca de Edéia.

Fonte: Arquiteta Cybelle Saad Sabino de Freitas Faria, 2008.

Foram encontradas 3 tipos de manifestações patológicas. A seguir encontram-se as manifestações patológicas identificadas, seguidas de seus respectivos diagnósticos, medidas de profilaxia e condutas recomendadas.

## 2.2 INCIDÊNCIAS DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Dentre as manifestações patológicas encontradas, a mais comum foi o aparecimento de manchas escuras de mofo e/ou bolor, seguido pelas fissuras, trincas e rachaduras. Já eflorescência foi à manifestação patológica menos encontrada.

O fato de que as manifestações patológicas mais encontradas foram o aparecimento manchas e fissuramentos, pode ser explicado, pois, a região estudada não se trata de ambientes agressivos. Entretanto, tratase de uma região onde a quantidade de mão de obra especializada é insuficiente e a população não possui a prática de realizar manutenções periódicas na edificação, o que justifica a incidência dos problemas patológicos citados.

## 2.3 POSSÍVEIS CAUSAS APLICÁVEIS

Com relação às possíveis causas dos problemas patológicos encontrados, pode-se observar que a utilização de materiais inadequados, ou a baixa qualidade destes, aparece como a principal causa, seguida pela falta de manutenção, deficiência no acompanhamento da execução, mão de obra não especializada e falta ou falhas de projetos, respectivamente.

A utilização de materiais inadequados ou de baixa qualidade pode estar ligada à busca pela redução de custos nas construções, entretanto, essa redução não supre os gastos despendidos com reparos de problemas resultantes da utilização de materiais de baixa qualidade.

Outro fator que chama a atenção como possível causa das manifestações patológicas encontradas é a falta de manutenção da edificação. As manutenções preventivas, além de reduzirem os custos com reparos e correções, aumentam a vida útil das edificações.

## 4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na realização da visita na obra, foram encontradas diversas patologias na construção, como bolor, eflorescência e trica. Bolor ou mofo é compreendido como sendo a colonização por várias populações de fungos filamentosos sobre a superfície, formando assim manchas escuras indesejáveis em tons preto, marrom ou verde. E as eflorescências são formações salinas que aparecem nas superfícies das

paredes, levada de seu interior pela umidade e possuem uma aparência esbranquiçada na superfície da pintura ou reboco (MIOTTO, 2010).

De acordo com Tomaz, Silva (2016), o valor de uma impermeabilização de uma edificação custa em torno de 1,06% do custo total da execução, sendo que os custos para a recuperação e manutenção são bem maiores quando não há a utilização de impermeabilizantes.

Conforme Ferraz (2016) quando é identificado à existência de patologia, quanto mais cedo for reparada a causa do problema, menores serão os custos de reparo. É que todos os consertos e possíveis possibilidades de infiltrações sejam analisadas e corrigidas na fase inicial de projeto, para não ser necessários intervenção física e retrabalhos no local.

Como se pode observar na Figura 2 e 3, os mofos ou bolor estão presentes na laje da edificação e a eflorescência em grande parte da fachada e da parte externa da mesma. Portanto, como já foram citados acima neste trabalho, os ambientes devem ser bem ventilado e insolação adequada para evitar que os fungos apareçam, também é importante ressaltar que esses fungos podem trazer diversos problemas aos usuários, referentes à qualidade de vida, saúde e visual. Para a solução do mesmo, é recomendado limpar a superfície com água sanitária para retirar completamente sua manifestação e logo após fazer a utilização de impermeabilizantes para evitar o reaparecimento (PAULA; FELTEN, 2016).

De acordo com (Nascimento, 2017), nas unidades de saúde analisadas foram encontradas manifestações patológicas. A falta de manutenção periódica agrava ainda mais a situação das edificações e expõe a desatenção dos gestores com os imóveis. São realizadas apenas manutenções de reparo ou recuperação.

Nas 26 obras visitadas as manifestações patológicas encontradas, a mais comum foi o aparecimento de manchas escuras de mofo e/ou bolor (26%), seguido pelas fissuras, trincas e rachaduras (24%). Já o desplacamento do revestimento (7%) e a corrosão das armaduras (4%), foram às manifestações patológicas menos encontradas. Deve-se deixar claro o fato de que não houve qualquer distinção devido à idade das edificações no momento de análise das mesmas (Gonçalves, 2018).

Helene (2005) fala que em geral, os problemas patológicos construtivos são evolutivos e tendem a se agravar com o passar do tempo, além de acarretarem outros problemas associados ao inicial. Dividindo as etapas construtivas e de uso em quatro períodos correspondentes ao projeto, à execução propriamente dita, à manutenção preventiva efetuada antes dos primeiros três anos e à manutenção

corretiva efetuada após o surgimento dos problemas, a cada uma corresponderá um custo que segue uma progressão geométrica de razão cinco.

## 5 CONCLUSÃO

O estudo de caso discorrido teve como principal intuito apresentar as manifestações patológicas mais comuns. A execução deste trabalho foi realizada através de um estudo de caso feito no Fórum da Comarca de Edéia na cidade de Edéia - GO, tornando a conclusão eficaz.

É evidente que o diagnóstico de estruturas com presença de patologias é na maioria das vezes difícil de chegar a uma causa concreta. O especialista em engenharia precisa de um grande conhecimento em várias áreas sejam elas, físicas ou químicas, para identificar quais ações geraram os problemas e danificaram as estruturas. Só é possível apresentar as origens das patologias após o estudo das causas.

O estudo mostra que frequentemente as patologias são ocasionadas por causa de erros na execução, má escolha dos materiais, mão de obra inadequada, falta de manutenção, entre outros, por isso, há a necessidade de engenheiros e encarregados serem capacitados e estarem presentes nas obras durante o processo construtivo.

Portanto, é de suma importância, considerar o fato de que uma vez recuperadas, as patologias podem aparecer novamente ou acontecerem por outros fatores, sendo imprescindíveis as inspeções das estruturas e manutenções, para assim impedir as degradações das mesmas e evitar danos mais profundos.

## REFERÊNCIAS

- ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 9575:2010: Impermeabilização – Seleção e Projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2010. 18 p.
- \_\_\_\_\_.NBR 15575:2013: Desempenho de edificações habitacionais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. 83 p.
- AZEVEDO. M. T. et al. Estado da arte em estudos sobre estruturas de concreto para edifícios Concreto. Revista Ciência e tecnologia. Vol.2, número especial, p.152, 2011.
- DA SILVEIRA, Paulo Malta; VEIGA, Rosário; DE BRITO, Jorge. Eflorescências em estuques antigos. 2008.
- FERRAZ, B. T. B. Estudo das principais manifestações patológicas causadas por umidade e infiltrações em construções residenciais - Estudo de caso. Recife, 2016. TCC. Universidade Católica de Pernambuco.
- GONÇALVES, Marcus Vinícius Jesus. A Incidência de Manifestações Patológicas em Edificações nas Cidades de Santa Helena de Goiás - GO e Rio Verde – GO. Universidade de Rio Verde, 2018.
- GRIEBELER, Jéssica Rodrigues; WOSNIACK, Laís Mariana. Análise de patologias em estruturas de unidades básicas de saúde da cidade de Curitiba. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.
- HELENE, Paulo. Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto. 2.ed São Paulo: PINI, 2000. 213 p, 2005.
- LANÇA, Thabita. Trincas nas edificações: uma revisão prática baseada no processo de causa e efeito. 2014. 80 f. Monografia (Especialização) - Curso de Curso de Especialização em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014. Acesso em: 12 jun. 2021.
- MIOTTO, Daniela. Estudo de caso de patologias observadas em edificação escolar estadual no município de Pato Branco-PR. 2010. – Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2010.
- NAZARIO, D.; ZANCAN, E. C. Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal e Criciúma: Inspeção dos sete postos de saúde. Santa Catarina, 2011.
- NASCIMENTO, Ismaylly Michel Silva. Levantamento e análise das manifestações patológicas em unidades de saúde da cidade do Paulista/PE, 2017.
- PAULA, Douglas William Coccoletto de; FELTEN, Débora. Levantamento das patologias existentes na infraestrutura de um colégio estadual em cascavel – pr. in: o empoderamento do individuo, Paraná, 2016.
- PINA, G. L. de. Patologia nas habitações populares. 2013. 102p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- RIBEIRO, Iracira José da Costa et al.. Implantação de métodos de tratamento para combater as eflorescências. Revista Principia: Divulgação científica e tecnológica do IFPB, João Pessoa, v.1, p. 53, 2018.

ROSA, JOYCE SILVA, ROSA, STÉFANNY BALBINO SILVA. Manifestações patológicas em estruturas de concreto armado – estudo de caso no município de Uruaçu-Goiás. p.53, 2020.

THOMAZ, Ercio. Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação. São Paulo, 2016.

TOMAZ, F. E; SILVA. Análise da impermeabilização em edificações. Guaxupé – MG. 2016. Monografia. Centro Universitário da Fundação Educacional Guaxupé – UNIFEG.

SATO, Luana. A evolução das técnicas construtivas em São Paulo residências unifamiliares de alto padrão, Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia da Construção Civil, p.183, 2011

SILVA, Daniel Rodrigues Da, RODRIGUES, Fernando Teixeira Leite, patologias em estruturas de concreto: estudo de caso em uma instituição pública de ensino, p.74, 2019.

SOUZA, Marcos Ferreira de. Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações. Monografia (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, p.64, 2008.

VIEIRA, M. A. Patologias Construtivas: Conceitos, Origens e Método de Tratamento. Revista On-line IPOG, Goiânia, Vol 01, n. 012, p.15, 2016.

ZUCHETTI, Pedro Augusto Bastiani. Patologias da construção civil: investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no vale do taquari/RS. p.128, 2015.

# Capítulo 11



10.37423/230507674

## ANÁLISE DE REGRESSÃO LINEAR NA DILATAÇÃO DE UM PILAR DE CONCRETO

*Celino Delfino Borges Filho*

*Juracy Mendes Moreira*

*Carlos Matheus Camilo Santana*

*Kátia Maria de Souza*

*Gabriella Alves e Silva Lopes*

*Paulo Henrique do Nascimento*

*Centro Educacional Brasília de Goiás*



**Resumo:** O concreto é um dos materiais mais usados nas construções atualmente e pode ou não estar sujeito as variações de temperaturas e essas variações podem causar sérios danos estruturais no concreto. Diante disso, o proposto neste estudo é estudar se existe ou não uma relação funcional entre temperatura e dilatação, para isso foi feito uma simulação de dados a partir de uma função linear  $y = a + bx$ , com parâmetros  $a$  e  $b$  conhecidos com o objetivo de se determinar uma equação de regressão. A técnica utilizada para isso é a análise de regressão linear simples, esta técnica nos ajuda a compreender como determinadas variações ocorridas nas variáveis podem colaborar na variação de outra variável, ou seja, verificar como o comportamento de um conjunto de variáveis influencia o comportamento de outra. Para isso, foram feitos vários testes e em seguida uma análise de variância. O teste de normalidade (Shapiro-Wilk), que avaliar a normalidade dos resíduos associado ao  $p$  valor precisa ser maior que o nível de significância do teste (5%), como neste estudo deu um  $p$ -valor = 0.9261 concluímos que os resíduos tem distribuição normal. Teste de homogeneidade de variância (Breush-pagen) como  $p = 0.78099$  é maior que 5% temos uma não violação da homogeneidade de variâncias. Para a análise de variância foi encontrado um  $p$  valor da ordem de  $10^{-8}$  o que menor que o nível de significância do teste, concluímos que existe uma relação de dependência entre as variáveis analisadas e que 98,28% da variação que ocorre dilatação é explicado pela variação de temperatura, o da variação da dilatação 1,72% deve-se a outros fatores não considerados neste estudo e que para cada variação unitária da temperatura a dilatação será de 0,7273 mm, conforme pode ser observado na equação de regressão  $y = -8,5818 + 0,7273x$

**Palavras-chave:** Calor. Estrutura. Resistência.

## 1. INTRODUÇÃO

Em situações dentro das várias ciências estudadas é de extrema importância verificar se existe ou não uma relação funcional entre duas ou mais variáveis. Para expressar essa relação pode-se estabelecer um modelo matemático denominado modelo de regressão. Este modelo nos ajuda a compreender como determinadas variações ocorridas nas variáveis podem colaborar na variação de outra variável, ou seja, verificar como o comportamento de um conjunto de variáveis influencia o comportamento de outra. (BUSSAB, 2017).

Segundo Fonseca (2011), a técnica conhecida como análise de regressão pode determinar uma relação útil entre as variáveis de entrada e saída, para utilização desta técnica necessita-se coletar os dados e da utilização de métodos estatísticos de **análise de regressão**. A obtenção dos dados nos permite entender a natureza da relação entre as variáveis, como por exemplo, dilatação e temperatura. Se estivermos interessados na relação de apenas uma variável de entrada ou independente com a variável dependente temos o caso de regressão linear simples. Para Pimentel (2009), o estudo do comportamento de duas variáveis (uma independente e outra dependente) podemos utilizar um diagrama de dispersão onde pontos no espaço do plano cartesiano representam ao mesmo tempo os valores de duas variáveis quantitativas medidas em cada elemento do conjunto de dados. Em resumo, três situações podem ocorrer: quando as duas variáveis cressem, na mesma proporção ou não, pode-se afirmar que existe uma correlação positiva entre as duas variáveis; se uma variável cresce e a outra decresce, pode-se afirmar que existe uma correlação negativa entre as duas variáveis; caso os pontos estejam dispersos, sem definição de direção, podemos afirmar que a correlação é muito fraca, ou mesmo nula. Neste caso, não existe correlação entre as variáveis.

Um dos métodos utilizados na obtenção de uma relação de funcionalidade entre duas variáveis é baseado na determinação de uma equação estimada, onde as distâncias dos pontos observados até os pontos do modelo proposto sejam os mínimos. Este método é denominado Método dos Mínimos quadrados Ordinários (MQO).

Segundo Draper & Smith (1981), o MQO é uma técnica de otimização matemática que busca encontrar o melhor ajuste para um conjunto de dados, minimizando a soma dos quadrados das diferenças entre o valor estimado e os dados originais (resíduos).

## 1.1 CONCRETO

Segundo Mehta e Monteiro (2018), o concreto é o material mais utilizado nas obras de engenharia civil, isso devido a sua alta resistência e sua viabilidade nas construções nas mais variadas formas e ao seu custo relativamente baixo em relação a outros materiais usados na construção civil. Com a evolução da engenharia civil e com adição de aditivos especiais surgiu também diferentes tipos de concretos (FONSECA, 2020). Concreto pode estar sujeito a variações constantes de temperaturas e sua resistência ao calor provocado por essas temperaturas pode ser devido ao baixo coeficiente de dilatação e condutividade térmica. (COSTA, 2016). Segundo Cardoso (2017) quando o concreto for submetido a altas temperaturas, sua vida útil é prejudicada, com isso surge a necessidade de manutenção.

## 1.2 MODELO DE REGRESSÃO LINEAR SIMPLES

Para expressar uma relação de dependência entre duas ou mais variáveis pode-se determinar um modelo matemático conhecido como modelo de regressão, o termo regressão foi proposto pela primeira vez por sir Francis Galton (1885), num estudo onde demonstrou que a altura dos filhos não tende a refletir a altura dos pais, mas uma regressão para a média da população. Conforme Ryan (2009), a regressão linear simples, se dá quando desejamos estimar valores de determinada variável dependente ( $y$ ), considerando assim, que os valores da outra variável independente ( $x$ ) sejam explicativos sobre a variável  $y$ . Conforme o modelo estatístico:

$$Y_i = \alpha + \beta X_i + \varepsilon_i \quad (1.1)$$

Onde:  $Y_i$  = o valor observado para a variável dependente  $Y$ ;  $\alpha$  = a constante de regressão e representa o intercepto da reta com o eixo  $Y$ ;  $\beta$  = é o coeficiente de regressão e representa o coeficiente angular da reta;  $X_i$  = é o  $i$ -ésimo nível da variável independente  $X$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) e  $\varepsilon_i$  = é o erro associado à distância entre o valor observado e ponto correspondente no modelo proposto.

Os estimadores de  $\alpha$  e  $\beta$  que minimizam as somas de quadrados dos resíduos podem ser obtidos através das formulas a seguir:

$$\hat{\alpha} = \frac{\sum x_i y_i - \frac{\sum x_i \sum y_i}{n}}{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}} \quad (1.2)$$

e

$$\hat{\beta} = \bar{Y} - \hat{\alpha}\bar{X} \quad (1.3)$$

A partir desse ponto podemos escrever a equação estimada:

$$\hat{Y}_i = \hat{\alpha} + \hat{\beta}X_i \quad (1.4)$$

Segundo Banzatto (2013), como pressuposto para seleção de modelos, devemos considerar o fato de que não existe um modelo verdadeiro. Mas sim modelos próximos da realidade, e com isso pode haver perda de informação. O método usualmente utilizado para medir a correlação entre duas variáveis é o coeficiente de correlação linear de Pearson, usado na quantificação do poder de explicação do modelo com base no coeficiente de determinação, conhecido como  $R^2$ . Este foi o primeiro método estudado por Francis Galton e seu aluno Karl Pearson, em 1897. O  $R^2$ , é uma medida da proporção da variação em uma variável que é explicada pela variação ocorrida na outra variável. O  $R^2$  pode ser obtido pela seguinte expressão:

$$R^2 = \frac{SQReg}{SQT_{otal}} \quad (1.5)$$

Onde:  $SQReg$  é a soma de quadrados de regressão e  $SQT_{otal}$  é a soma de quadrados total.

O valor de  $R^2$  varia no intervalo de 0 a 1 e para valores próximos de 1 indicam que o modelo proposto é adequado para descrever o fenômeno, o  $R^2$  indica a porcentagem da variação na variável dependente que é explicado pela variação na variável independente. Uma das maneiras de se testar a significância da regressão é pelo método da análise de variância, este método consiste em fazer uma partição da variância amostral em diversos componentes devido a diferentes fatores denominados de variáveis. O modelo de análise de variância de regressão é descrito na tabela 1, onde o teste  $F$  da tabela de análise de variância serve para testar a significância da regressão.

Tabela 1-Modelo da tabela de análise de variância da regressão linear simples

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SQ</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
<i>Regressão</i>	1	$SQReg$	$QMReg = SQReg$	$\frac{QMReg}{QMRes}$
<i>Resíduo</i>	$n - 2$	$SQRes$	$QMReg = \frac{SQRes}{n - 2}$	
<i>Total</i>	$n - 1$	$SQT_{otal}$		

Para Montgomery (1991), na implantação de um experimento o valor  $F$  indica o quanto as médias são diferentes e seu cálculo é parecido com o coeficiente de determinação  $R^2$ , a diferença é que o  $R^2$  é calculado pela divisão da soma de quadrados de regressão pela soma de quadrado total, enquanto

que o  $F$  é calculado pela divisão da soma de quadrados de regressão pela soma de quadrado do resíduo, porém o teste  $F$  diz apenas que houve ou não diferença entre as médias. O valor de  $F$  pode ser obtido pela seguinte equação:

$$F = \frac{SQReg}{SQRes} \quad (1.6)$$

A formula para a determinação das somas de quadrados total é dada a seguir;

$$SQTotal = \sum_{i=1}^n Y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n Y_i)^2}{n} \quad (1.7)$$

A soma de quadrado dos resíduos é dada pela diferença entre  $SQTotal - SQReg$ .

A soma de quadrados de regressão varia de acordo com o modelo, para o modelo apresentado (1º grau), a soma de quadrados é dada por:

$$SQReg = \hat{\alpha} \sum_{i=1}^n Y_i + \hat{\beta} \sum_{i=1}^n Y_i X_i - \frac{(\sum_{i=1}^n Y_i)^2}{n} \quad (1.8)$$

### 1.3 AVALIADORES DA QUALIDADE DO MODELO AJUSTADO

Como critério para seleção de modelos, partirá do princípio de que não existe um modelo verdadeiro. Apenas modelos que se aproximam da realidade, havendo com isso perda de informação. Dentre as diversas metodologias usadas para avaliar a qualidade do ajuste de um modelo podemos citar o critério de informação de Akaike (AIC), o critério de informação Bayesiano (BIC), e o coeficiente de determinação ajustado ( $R_a^2$ ) e ainda coeficiente de correlação Linear de Pierson conhecido como  $R^2$ . Neste estudo, por tratar de uma regressão linear simples usaremos apenas  $R^2$  como critério para a seleção de modelos.

### 1.4 CRITÉRIO DE INFORMAÇÃO DE AKAIKE – (AIC)

O Critério de informação de Akaike (AIC) proposto, por Akaike (1974), é uma medida relativa da qualidade de ajuste de um modelo estatístico. Dado um conjunto de modelos para os dados o modelo preferido será aquele que apresentar valor mínimo de AIC ou BIC, ou seja, quanto menor for o valor de AIC ou BIC melhor será o ajuste do modelo aos dados. O critério de Akaike é uma medida da qualidade de ajuste e pode ser definido como:

$$AIC = -2\log(\theta) + 2p, \quad (1.9)$$

em que  $p$  é o número de parâmetros do modelo.

Bozdogan (1987) propôs a seguinte correção para o  $AIC$ , com isso o novo valor do critério de Akaike corrigido ( $AIC_c$ ) passa a ser determinado por:

$$AIC_c = -2\log L(\theta) + 2p + 2\frac{p(p+1)}{n-p-1}, \quad (1.10)$$

em que  $n$  é o tamanho da amostra.

### 1.5 CRITÉRIO DE INFORMAÇÃO BAYESIANO – BIC

O Critério de informação Bayesiano (BIC), também chamado de critério de Schwarz, foi proposto por Schwarz (1978), e é um critério de avaliação de modelos, e pode ser demonstrado pela seguinte expressão:

$$BIC = -2\log f(x_n|\theta) + p\log n, \quad (1.11)$$

em que:  $f(x_n|\theta)$  é o modelo escolhido;  $p$  é o numero de parâmetros do modelo e  $n$  é o número de observações da amostra.

### 1.6 COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO - $R^2$

O método usualmente conhecido para medir a correlação entre duas variáveis é o coeficiente de correlação linear de Pearson, também conhecido como  $R^2$ . Este foi o primeiro método de correlação, estudado por Francis Galton e seu aluno Karl Pearson, em 1897. O  $R^2$ , é uma medida da proporção da variabilidade em uma variável que é explicada pela variabilidade da outra. O  $R^2$  pode ser obtido pela seguinte expressão:

$$R^2 = \frac{QM_{\text{modelo}}}{SQ_{\text{total}}} = 1 - \frac{QM_{\text{erro}}}{SQ_{\text{total}}}, \quad (1.12)$$

A inclusão de muitas variáveis no modelo, mesmo que com pouco poder explicativo sobre a variável resposta, pode aumentar o valor de  $R^2$ , incentivando a inclusão de novas variáveis. Para resolver esse problema, é proposto por AITKIM (1974), um fator de correção no  $R^2$  de Pearson denominado  $R^2$  ajustado ( $R_a^2$ ), o valor de  $R^2$  ajustado é dado por:

$$R_a^2 = 1 - \frac{n-1}{n-(k+1)}(1 - R^2), \quad (1.13)$$

em que  $(k + 1)$  representa o número de variáveis explicativas mais a constante, e  $n$  é o tamanho de amostra.

A inclusão de variáveis pouco explicativas prejudica o valor do  $R^2$  ajustado, porque aumenta k em uma unidade e não traz muito incremento em  $R^2$ , o  $R_a^2$  nem sempre aumenta com a adição de parâmetros no modelo, com isso o modelo que apresentar maior  $R_a^2$  será tomado como modelo ótimo.

Em estatística, regressão é uma metodologia empregada para fazer inferência sobre a relação de uma variável dependente com uma ou mais variáveis independentes, a análise da regressão pode ser usada como um método descritivo da análise de dados (ajustamento de curvas) e é usado também para descrever uma equação matemática que demonstre a relação entre essas variáveis. Draper e Smith (1981) classificam os modelos como: Modelos lineares; Modelos linearizáveis e Modelos não lineares.

- **Modelos lineares:** São aqueles que as derivadas parciais, não dependem dos parâmetros, ou seja, considera-se que a relação da resposta às variáveis é uma função linear de alguns parâmetros.
- **Modelos linearizáveis:** São modelos que podem ser transformados em modelos lineares através de alguma transformação.
- **Modelos não lineares:** Um modelo é dito não linear se pelo menos um dos seus parâmetros aparecem de forma não linear

## 1.7 SIMULAÇÃO DE DADOS CONSIDERANDO UM MODELO ALEATÓRIO

A técnica de simulação de variáveis constitui uma importante ferramenta de trabalhos que tenham distribuições de probabilidade conhecidas. Um método muito utilizado em estatística para gerar dados de uma densidade é o método de simulação Monte Carlo. Esse método tem sido empregado como forma de se obter aproximações numéricas de funções complexas, envolvendo tipicamente a geração de observações com alguma distribuição de probabilidade.

A principal vantagem da simulação de dados é minimizar os custos e tornar mais rápido a obtenção de dados bem como dar suporte a decisões futuras. O objetivo proposto neste estudo é a obtenção de uma equação que explique a relação de dependência entre as variáveis temperatura e dilatação, ajustar e interpretar modelos de regressão linear e ainda obter um valor que explique o quanto da variação ocorrido na dilatação é explicado pela variação de temperatura.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados analisados neste estudo foram obtidos por meio de simulação computacional de dados baseado na função de primeiro grau  $Y = \alpha + \beta X_i$ . Sendo  $\alpha$  o valor do intercepto, valor onde a reta de

regressão intercepta o eixo das ordenadas e  $\beta$  é o valor que representa o coeficiente de relação entre dilatação e temperatura, ou seja, quanto da dilatação irá variar para cada variação unitária da temperatura. Para simulação e análise dos dados será utilizado software estatístico R Development Core Team, 2020, sendo que os parâmetros do modelo  $\alpha$  e  $\beta$  usados na simulação foram obtidos no livro “Conhecendo o R, uma visão estatística” do professor Luiz Alexandre Peternelli da Universidade Federal de Viçosa.

Como resultado da simulação obteve-se novos parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  que serão usados para a obtenção de um conjunto de dados que serão analisados posteriormente a verificação dos pressupostos para a validade do modelo proposto. A tabela 2 apresenta o conjunto de dados obtidos na simulação.

Tabela 2-Dilatação e Temperatura - software estatístico R Development Core Team, 2020

Temp (°C)	27	29	30	32	35	26	28	32	34	33
Dilat (mm)	11	13	13	15	17	10	12	14	16	15

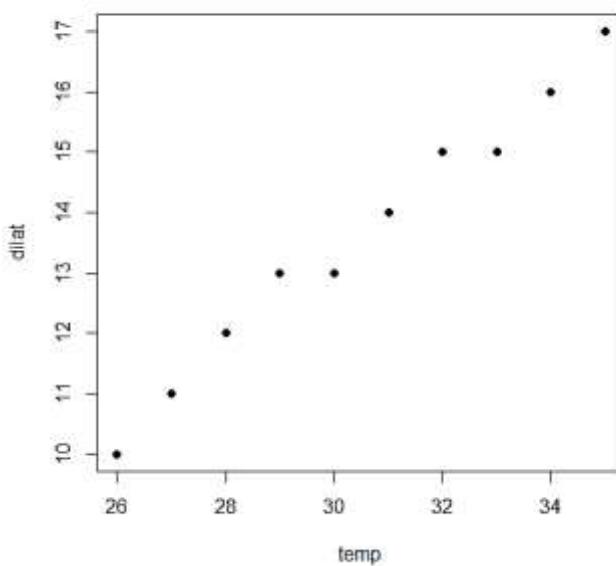
## 2.1 APLICAÇÃO

Um engenheiro civil coleta dados em um laboratório estudando a dilatação de um pilar de concreto segundo a temperatura ambiente no local onde está o pilar. Os dados serão analisados com o uso do software R Development Core Team 2020

## 3. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Analizando o diagrama de dispersão, observa-se que os dados tem uma tendência linear conforme pode ser observado na Figura 1

Figura 1-Diagrama de dispersão da dilatação em função da temperatura



Antes da realização da análise de variância foi testado os pressupostos dos resíduos, esses resultados estão apresentados na tabela 3.

Figura 2-Pressupostos validos para realização da análise de variância

Teste	P Valor
Shapiro-Wilk normality test	0.92610
ncvTest (lm (dilat~temp))	0.78099

- teste de normalidade (Shapiro-Wilk), tem o objetivo de avaliar a normalidade dos resíduos, que terá um valor de significância associada, o p valor e para dizer que uma distribuição seja normal, o p valor precisa ser maior do que 0,05. E como neste estudo deu um p-valor = 0.9261 e como o p valor é maior que 5% concluímos que os resíduos tem distribuição normal.
- teste de homogeneidade de variância (Breush-pagen) como p = 0.78099 é maior que 5% temos uma não violação da homogeneidade de variâncias.

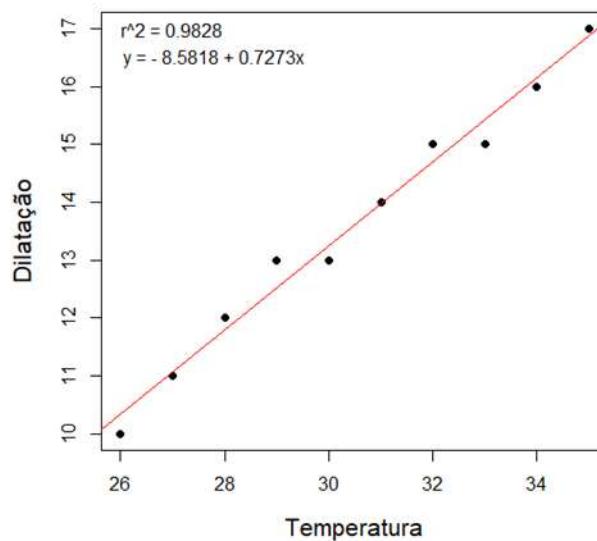
Para a análise de variância foi encontrado um p valor da ordem de  $10^{-8}$  o que menor que o nível de significância do teste (5%), concluímos que existe uma relação de dependência entre as variáveis analisadas, conforme pode ser visto na tabela 4.

Figura 3-Análise de variância da regressão linear para dilatação e temperatura

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SQ</i>	<i>QM</i>	<i>p valor</i>
<i>Temperatura</i>	1	43.636	43.636	$2.409e^08$
<i>Resíduo</i>	8	0.764	0.095	
<i>Total</i>	9	44.400		

A Figura 2 mostra o que define como objetivo que era conhecer o quanto da variação que ocorre na dilatação e explicado pela variação da temperatura que neste caso foi de 98,28% e também terminamos uma equação de regressão  $y = -8,5818 + 0,7273x$  e concluiu-se que para cada variação unitária da temperatura a variação na dilatação será 0,7273 mm, o que é visto na Figura 2.

Figura 4-Diagrama de dispersão da dilatação para a equação do modelo ajustado e o coeficiente de determinação.



Segundo Figueiredo (2018), o coeficiente de dilatação térmica do concreto pode variar para os diferentes tipos de composto usados na fabricação do concreto e ainda de acordo com a temperatura. Já para Lima (2014), a resistência do concreto às variações de temperaturas é inversamente proporcional ao seu coeficiente de dilatação térmica. Em um estudo sobre concreto e temperatura Gilson Morales (2016), afirma estruturas de concreto quanto submetidas a altas temperaturas perdem consideravelmente sua resistência e esse processo é gradativo a medida em que se aumenta a temperatura. Segundo Patriota (2015), o efeito das variações de temperatura em estruturas de concreto é pequeno e de forma irregular, porém, para altas temperaturas em torno de 300°C a

integridade da estrutura fica consideravelmente comprometida e isso ainda pode se agravar se houver um resfriamento rápido. Os estudos realizados pelo autor divergem bastante das diversas temperaturas usadas neste estudo.

## 4. CONCLUSÃO

Conclui-se que, com este estudo que existe relação linear positiva entre dilatação e temperatura e que 98,28% da variação que ocorre dilatação é explicado pela variação de temperatura, o da variação da dilatação 1,72% deve-se a outros fatores não considerados neste estudo e que para cada variação unitária da temperatura a dilatação será de 0,7273 mm, conforme pode ser observado na equação de regressão  $y = -8,5818 + 0,7273x$ .

## REFERÊNCIAS

- AITKIN, M.; ANDERSON, D. A.; FRANCIS, B E HINDE, J. P. (1989). Statistical Modelling in Glim. Clarendon Press, Oxford. 1974
- AKAIKE, H. A new look at statistical model identification. IEEE Transactions on Automatic Control., Boston v. 19, nº 6 0.716-723, Dec. 1974
- BANZATTO, DAVID ARIOMALDO. KRONKA, Sergio do Nascimento. Experimentação Agrícola. 4ª ed. Funep. Jaboticabal – SP. 2013.
- BOZDOGAN, H. Model selection and Akaike's information criterion (AIC): The general theory and its analytical extensions. *Psychometrika*. n.52, p.345-370, 1987.
- BUSSAB, Wilton de O E MORETTIN, Pedro A. Estatística Básica Editora Saraiva, 9a edição, 2017
- CARDOSO, L. R. Concreto refratário: constituintes, propriedades e aplicações. Monografia (Graduação). Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.
- COSTA, P. R. S. Manifestações patológicas nas estruturas de concreto sujeitas a altas temperaturas. Monografia. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016
- DRAPER, N E SMITH, H; Applied Regression Analysis; 2a. edição; John Wiley & Sons, New York, 1981, pp.1- 136.
- FONSECA, JAIRO SIMON DA. Curso de estatística. 6ª edição. São Paulo. Atlas. 2011
- FONSECA, G. C. Adições minerais e as disposições normativas relativas à produção de concreto no Brasil: uma abordagem epistêmica. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.
- FIGUEIREDO, A. D.; COSTA, C. N.; SILVA, V. P. Aspectos tecnológicos dos materiais de concreto em altas temperaturas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL NÚCLEO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DA ARQUITETURA E URBANISMO, São Paulo. Anais... São Paulo: NUTAU/FAU-USP, 2018.
- GALTON, F. Regression towards mediocrity in hereditary stature. *J. Anthropol Inst*, 15, 246-263. 1885
- GILSON MORALES. A ação do fogo sobre os componentes do concreto. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 32, n. 1, p. 47-55, jan./mar. 2016
- LIMA, R. C. A.; KIRCHHOF L. D.; CASONATO, C. A.; SILVA FILHO, L. C. P. Efeito de altas temperaturas no concreto. In: SEMINÁRIO DE PATOLOGIAS DAS EDIFICAÇÕES, 2, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: UFRGS., 2014.
- MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto: microestrutura, propriedades e materiais. 2. ed. São Paulo: IBRACON, 2018, 782 p
- MONTGOMERY, D. C.; Design and Analysis of Experiments; 3a. edição; John Wiley & Sons, New York, 1991, pp.479- 520

PATRIOTA, ADRIANA M. FAGANELLO. A ação do fogo sobre os componentes do concreto. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 32, n. 1, p. 47-55, jan./mar. 2015

PEARSON, Karl. The Chances of Death and Other Studies in Evolution, 2 Vol. London, 1897. Edward Arnold.

PETERNELLI, LUIZ ALEXANDRE. Conhecendo o R, uma visão estatística. 1<sup>a</sup> edição, ed. UFV, 2011

PIMENTEL, Gomes Frederico. Curso de estatística experimental. 15<sup>a</sup> ed. FEALQ. Piracicaba – SP. 2009.

R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL. 2020.

RYAN, T. P. Modern Regression Methods. 2<sup>a</sup> ed. John Wiley & Sons 2009.

SCHWARZ, G. Estimating the dimension of a model. Annals of Statistics, Hayward, v.6, n.2, p.461-464, Mar. 1978.

# Capítulo 12



10.37423/230507675

## ANÁLISE DE FILAS EM UMA CLÍNICA ODONTOLOGICA VIA SIMULAÇÃO

AMANDA DA SILVEIRA FERRO CAMPOS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

LORENA TORRES CHAVES DE ANDRADE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

MARIA EUNICE MESQUITA DA ROCHA

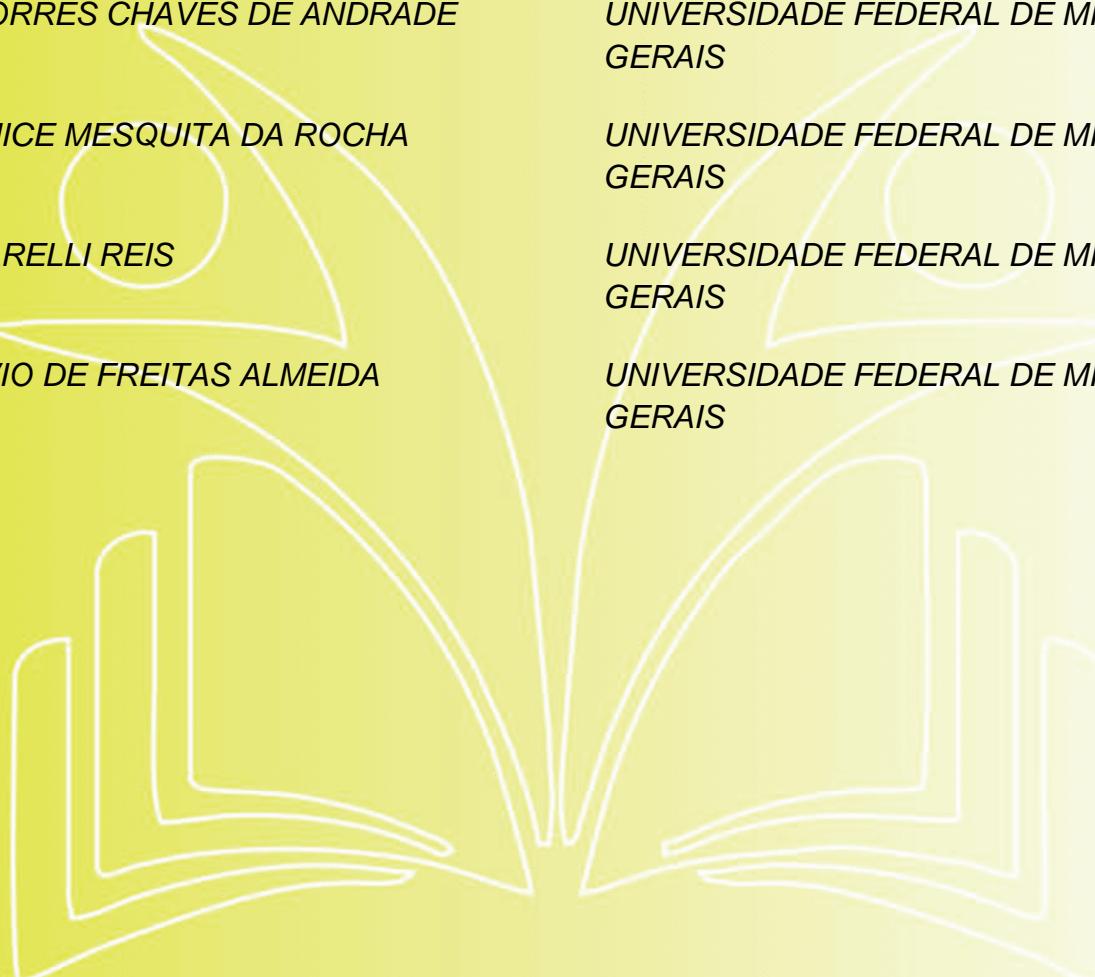
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

MARINA CARELLI REIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

JOÃO FLÁVIO DE FREITAS ALMEIDA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS



**Resumo:** Este Estudo De Caso Faz Uma Análise Da Ocorrência De Filas No Setor De Serviço De Saúde. Particularmente, São Analisadas As Filas De Uma Clínica Odontológica De Belo Horizonte Por Meio Da Simulação Por Eventos Discretos. Para Isso, Foram Feeitos Um Diagnóstico, Um Modelo Conceitual, Por Meio De Diagramas, Modelos De Dados, Modelo Computacional E Rodadas De Simulação. O Número De Replicações É Determinado Em Função Da Confiabilidade Solicitada. O Modelo Traz Uma Contribuição À Literatura Pela Simplicidade E Pela Semelhança À Realidade De Diversas Clínicas Do País, Permitindo, Portanto, Sua Replicabilidade. Como Resultado, Conclui-Se Que A Obtenção De Apenas Um Equipamento Extra Reduz Aproximadamente 50% Do Tempo De Fila No Posto De Atendimento Gargalo, Viabilizando O Balanceamento De Suas Atividades, E O Aumento Do Nível De Serviço Ofertado.

**Palavras-chaves:** Simulação; Saúde, Clínica De Odontologia.

**Área:** 6 - PESQUISA OPERACIONAL

**Sub-Área:** 6.4 - MODELAGEM, ANÁLISE E SIMULAÇÃO

## 1. INTRODUÇÃO

No setor de serviços da saúde, é comum encontrar filas. Sua ocorrência vem da dinâmica do processo. Pessoas chegam aleatoriamente aos postos de serviço e são atendidas à taxa proporcional a capacidade do atendimento. As filas surgem em momentos em que a taxa de chegada de clientes é maior que a taxa de atendimento no sistema, mas essas são ocorrências provisórias e não permanentes. O problema ocorre quanto a taxa de chegada se torna maior que a taxa de atendimento, ou a taxa de atendimento é reduzida para um valor menor que a taxa de chegada, por períodos longos. Nesse caso, as filas passam a ser intoleráveis e ocasionam desistências e perda de clientes. Filas são resultado do *tradeoff* entre a necessidade do cliente e a capacidade de atendimento do fornecedor do serviço, que denominamos servidor. Todo cliente gostaria de ser atendido imediatamente no momento em que chegam ao estabelecimento. Por outro lado, todo estabelecimento gostaria de contratar o mínimo de servidores e infraestrutura reduzindo o custo ao mínimo, contando que os clientes fiquem indefinidamente nas filas. Como as duas necessidades são opostas, é preciso平衡ar as capacidades de atendimento de forma que o cliente fique um tempo tolerável em fila.

No Brasil, a ocorrência de filas em muitos hospitais, centros de especialidades médicas, postos de atendimento e clínicas, não é resultante da negociação das necessidades conflitantes do parágrafo anterior. As filas são resultantes do desbalanceamento das capacidades dos postos de atendimento, que ocorre, muitas vezes por falta de gestão e de métodos sofisticados de análise de filas. Ocorre que estes estabelecimentos poderiam aumentar substancialmente sua capacidade de atendimento, sem ter que investir em aquisição de infraestrutura, apenas redimensionando os postos de atendimento. Mas é preciso ir além. Para aumentar a competitividade e o nível de serviço, é importante que as organizações tentem minimizar o tempo de fila, desde que viável economicamente, a fim de oferecer melhores serviços, mantendo ainda a qualidade do mesmo. Portanto, estudos de filas são extremamente importantes para ajudar no dimensionamento de pessoal ao longo do tempo.

Este trabalho se trata de um estudo de caso que avalia a ocorrência de filas de clientes no Instituto Sorriso, uma clínica odontológica de Belo Horizonte. A clínica foi fundada em 2000 por duas dentistas, e possui diversas especialidades de atendimento. Atualmente, a clínica possui dois recepcionistas e treze dentistas que atendem 10 especialidades odontológicas: Cirurgias Buco-Maxilo Facial, Dentística, Endodontia, Ortodontia, Odontopediatria, Prótese, Periodontia, Estética, Implantodontia e Cirurgião Dentista. A clínica consegue atender três pacientes simultaneamente por possuir três cadeiras

odontológicas para atendimento. O excesso de espera dos clientes reduz a satisfação dos usuários do serviço, além de impossibilitar o uso correto dos recursos do negócio.

O presente estudo faz uma análise das filas desse consultório odontológico dada a sua recorrência e a sua importância, tanto para os clientes quanto para a empresa. Dessa forma, o estudo tem como objetivo investigar como se caracteriza o sistema logístico de filas dos clientes na empresa por meio analítico, de Teoria de Filas e computacional, por Simulação por Eventos Discretos. As etapas do estudo compreendem um diagnóstico, a modelagem do sistema por diagramas, a modelagem computacional e análises. Tais métodos contribuem com a literatura, pois a ocorrência de filas no setor de saúde é pouco explorada nas pesquisas nacionais.

Assim, na seção 2 é realizada uma revisão da literatura sobre simulação no setor da saúde. Em seguida, na seção 3, é descrita a metodologia do estudo de simulação e suas etapas. A seção 4 contempla a modelagem descritiva e por meio de diagrama de Ciclo de Atividades, ou DCA. A seção 5 apresenta o modelo computacional e as análises do resultado do modelo. Os resultados do estudo são apresentados na seção 6. As conclusões e limitações do trabalho são apresentadas na seção 7, assim como os direcionamentos de trabalhos futuros e oportunidades de pesquisa.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

O nível de serviço é um fator perceptível em longo prazo e está diretamente relacionado a fidelização do cliente ao empreendimento. No setor da saúde, um bom nível de serviço é observado quando pacientes não aguardam em filas por muito tempo. Estudo sobre o fluxo e filas incluem uso de planilhas eletrônicas, métodos de programação matemática e modelos analíticos de Teoria das Filas. Chwif e Medina (2014) apresentam as limitações desses métodos para esse tipo de análise, em comparação a simulação de eventos discretos. A simulação ocorre por meio da criação de um modelo que descreve o comportamento, ao longo do tempo, do sistema que se deseja estudar.

Existem diversas vantagens que justificam a abordagem da simulação para a criação de modelos, entre elas o rápido desenvolvimento do modelo, o alto grau de reutilização deste e o formato orientado para bancos de dados. Modelos de simulação no setor da saúde são usados para sistemas médicos de emergência (SILVA e PINTO, 2010); ambulâncias (PINTO *et al*, 2015) ou dimensionamento de leitos de hospital (PINTO *et al*, 2014).

Além disso, é possível utilizar modelos de operações de sistemas personalizados para casos similares (SAYLOR; DAILEY, 2010). Como o algoritmo evolve com o tempo, o uso de modelos de simulação pode

prever os impactos de potenciais mudanças e colaborar com o desenvolvimento de novos sistemas logísticos. A modelagem por simulação é, portanto, uma poderosa ferramenta para previsão do funcionamento de operações sob diferentes circunstâncias (BANKS, 1984).

A simulação é um método de análise onde computadores são utilizados para avaliar um modelo numérico de modo a estimar as características desejadas do modelo real (LAW; KELTON, 2000). O fato de poder ser aplicada a problemas operacionais que são muito difíceis de modelar e resolver analiticamente faz com que seja um recurso eficaz para ajudar a analisar problemas logísticos. Outro fato a ser considerado é a limitação dos engenheiros no uso de ferramentas e tecnologia de modelagem e simulação computacional (SCHUNK; PLOTT, 2000).

A elaboração de cenários de simulação apresenta desafios devido à complexidade da entrada e tratamento de dados. A precisão dos resultados de um modelo depende dos *inputs* utilizados (RABE; SCHEIDLER, 2014). Dessa forma, o processo de coleta e tratamento de dados ganha destaque, principalmente porque esses devem ser representados por distribuições de probabilidade.

### 3. METODOLOGIA

Esta pesquisa exploratória tem como principal objetivo desenvolver, esclarecer e modificar conceitos, tendo em vista a formulação de hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. A metodologia de simulação adotada segue as etapas de um projeto de simulação, como apresentado na Figura 1. Por se tratar de um problema de estudo de filas, com variáveis do tipo estocásticas, pretende-se realizar uma análise dinâmica (comportamento das filas ao longo do tempo).



FIGURA 1 - Etapas de desenvolvimento de um projeto de simulação.

Foram realizadas visitas técnicas à clínica para conhecer o processo com o nível suficiente de detalhes para modelagem. Em seguida, foram coletados dados para estruturar os modelos de dados de *input* do modelo. Para isso, foram medidos tempos de chegada, tempos de atendimento e horário de saída de cada cliente. Os dados coletados se referem ao período simulado: de 8 horas às 12 horas, o que inclui o horário de pico (de 8h às 10h).

Em seguida, inicia-se a etapa de elaboração do modelo conceitual, através de um Diagrama de Ciclo de Atividades (DCA), para uma melhor visualização e entendimento do problema. Discute-se a melhor forma de representar o problema e as premissas adotadas. Após a validação do modelo conceitual, o modelo computacional foi implementado. Os dados de entrada foram tratados e determinando uma distribuição probabilística para cada atividade.

### 3. MODELAGEM DO SISTEMA E ANÁLISE DOS DADOS

Para elaborar o modelo, foi preciso adotar algumas premissas. Consideramos que a chegada dos clientes ocorre quando os próprios anunciam sua chegada junto à secretaria; o horário de funcionamento da clínica é de 8h às 12h; Existem 3 dentistas, cada um com uma especialidade (A: Ortodontia, B: Cirurgião dentista e C: Endodontista), já que no local existem apenas 3 cadeiras que podem ser usadas simultaneamente. Além disso, cada dentista só pode atender os clientes direcionados para tratamentos em sua especialidade; a porcentagem de distribuição nas cadeiras, por especialidades, foram geradas a partir da análise dos dados coletados na visita. Especialidade A: 43%, especialidade B: 21%. e especialidade C: 36%.

A etapa seguinte foi elaboração do Diagrama do Ciclo de Atividades (DCA). O diagrama está apresentado na Figura 2. As entidades consideradas foram os clientes, entidade temporária com chegada infinita; e os dentistas, entidades permanentes. Foram consideradas 3 entidades: Dentista A, Dentista B e Dentista C. As atividades realizadas pelas entidades são: Chegada de Clientes, que necessita apenas da entidade Clientes; e Atendimento (A, B e C, para cada especialidade), cada uma dessas necessita da entidade Cliente e da respectiva entidade Dentista (A, B ou C). As filas presentes no diagrama são: Espera por Atendimento (A, B ou C) e Dentista Disponível (A, B ou C). A existência de uma fila diferente para cada atendimento se deve ao fato de que, ao chegar, o cliente informa em qual especialidade deseja ser atendido e então espera especificamente por aquele atendimento. Além disso, pretende-se estudar o comportamento de cada uma das filas separadamente. Ademais, há o elemento fonte/sumidouro, para gerar/destruir as entidades temporárias (Clientes).

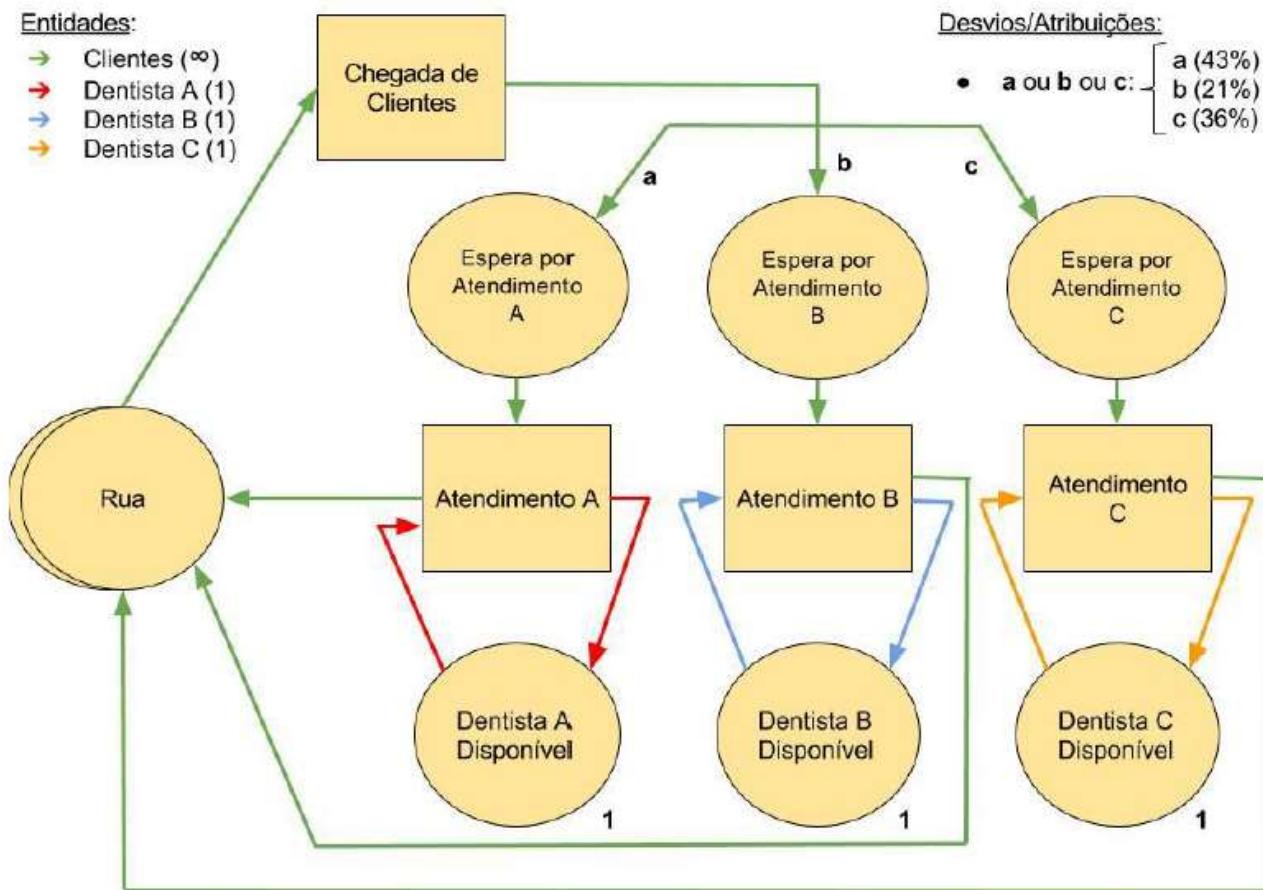


FIGURA 2 - Diagrama de Ciclo de Atividades (DCA).

Os dados coletados nas visitas foram tratados e modelados, por meio de um software estatístico. Um exemplo das distribuições é apresentado na Figura 3. Foram geradas as expressões das distribuições de probabilidade dos intervalos dos tempos de chegada dos pacientes e dos tempos de procedimento de cada dentista.

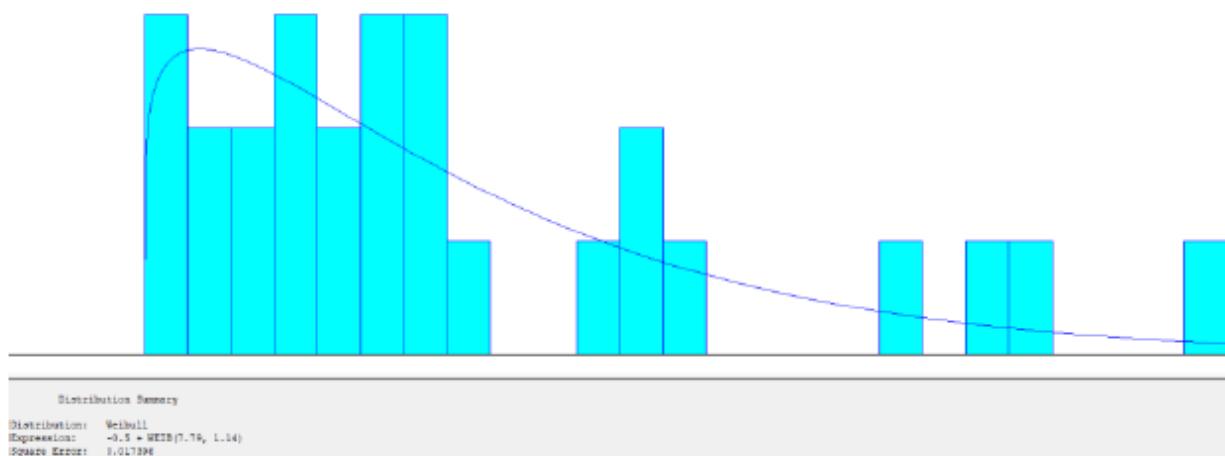


FIGURA 3 - Distribuição dos intervalos de tempo de chegada.

Enfim, pode-se concluir que as expressões de distribuição de probabilidade para os intervalos de chegada dos clientes e os tempos de procedimento dos dentistas A, B e C respectivamente são  $[-0.5 + \text{WEIB}(7.79, 1.14)]$ ,  $[6.5 + \text{GAMM}(8.96, 1.25)]$ ,  $[12.5 + 18 * \text{BETA}(0.571, 0.427)]$  e  $[1.5 + \text{WEIB}(9.06, 1.6)]$ .

## 4. MODELAGEM COMPUTACIONAL E ANÁLISES

A lógica do problema, representada pelo diagrama DCA, juntamente com o modelo de dados, viabiliza a elaboração do modelo computacional, implementado no Arena, como apresentado na Figura 4.

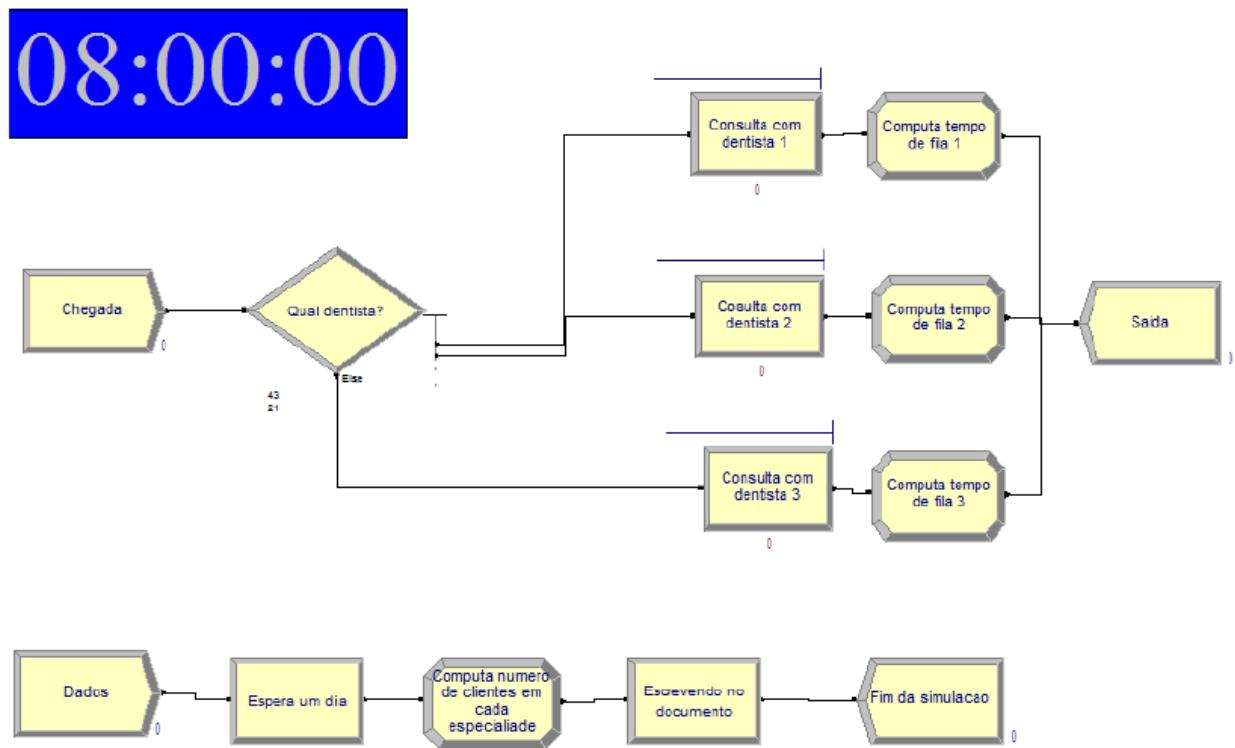


FIGURA 7 – Modelo de simulação de atendimento em clínicas.

Nessa simulação, os números 1, 2 e 3 dizem respeito às especialidades, A, B e C respectivamente. A Chegada, de acordo com o cenário apresentado, ocorre a partir do início do expediente, às 8h. Nesse bloco, as entidades, clientes são criadas seguindo a distribuição  $-0.5 + \text{WEIB}(7.79, 1.14)$ . Em seguida há um bloco de decisão. Ele direciona os pacientes de acordo com as especialidades de cada dentista, de acordo percentual histórico de atendimento da cada dentista/cadeira. Assim, é possível visualizar a geração de fila de cada cadeira. Em seguida, os pacientes são direcionados para o atendimento por meio de três blocos de processo. São eles: consulta com o dentista 1, 2 e 3. No entanto, se a cadeira estiver ocupada o paciente deve aguardar em fila para o atendimento. Nesses blocos, foram utilizadas as expressões  $[6.5 + \text{GAMM}(8.96, 1.25)]$ ;  $[12.5 + 18 * \text{BETA}(0.571, 0.427)]$ ;  $[1.5 + \text{WEIB}(9.06, 1.6)]$ . Para

computar o tempo de fila para cada especialidade usou-se o bloco de atribuição. Por fim, após o atendimento o paciente deixa o sistema isso contabilizado por meio do bloco de descarte.

Os dados de tempo de fila foram registrados automaticamente, em uma planilha eletrônica. Para isso, cria-se uma entidade (Dados) no bloco de criação. Essa entidade passa por um bloco do tipo Atraso, aguarda 4 horas (equivalente a um dia na simulação feita) e computa o número de clientes em cada especialidade. No bloco de leitura-escrita, as variáveis acumuladas dos tempos de fila gastos em cada especialidade pelos clientes são registradas na planilha.

A etapa seguinte é a de análise da confiabilidade dos resultados. O problema relatado neste artigo possui regime transitório, pois a clínica abre às 8h da manhã e funciona até as 12h. Por isso, temos uma simulação do tipo terminal, ou seja, não há dúvidas de tempo de início e fim da simulação, sendo eles o tempo de funcionamento da clínica e, por causa disso, não há necessidade da definição de tempo de *aquecimento das estatísticas*. Apesar disso, é necessário definir um tempo de replicação aceitável para que o *trade off* de nível de confiança estatística e precisão (tamanho do intervalo), de modo a garantir que uma combinação satisfatória dos dois termos.

A simulação foi iniciada com uma amostra piloto de 30 replicações, como representada na Figura 8. Na primeira coluna, Repetição, foram colocadas os números relativos a quantidade de vezes que o programa foi rodado. Nas 3 colunas seguintes, tem-se as somas dos tempos (em horas) de espera dos clientes que foram em cada especialidade, em cada dia. Na 5°, 6° e 7° colunas, tem-se o número de clientes que foram em cada especialidade no dia. Já na 8°, 9° e 10° colunas, tem-se a média dos tempos de espera nas filas por cada cliente em cada especialidade. Por fim, na última linha, Média, calculou-se as médias referentes às repetições para cada coluna. A partir desses dados, é possível um intervalo de confiança de 95% para cada dentista:

$$IC_A^{95\%} = X_A \pm t_{n-1;\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}} ; \quad IC_B^{95\%} = X_B \pm t_{n-1;\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}} \quad e \quad IC_C^{95\%} = X_C \pm t_{n-1;\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Onde  $X_A$  é a média do dentista A,  $X_B$  é a média do dentista B e  $X_C$  é a média do dentista C,  $s$  é o desvio padrão amostral e  $n$  é o número de amostras.

$$IC_A^{95\%} = 0.2817 \pm t_{29;0.025} \frac{0.1819}{\sqrt{30}} ; \quad IC_B^{95\%} = 0.1531 \pm t_{29;0.025} \frac{0.1411}{\sqrt{30}} ;$$

$$IC_C^{95\%} = 0.0942 \pm t_{29;0.025} \frac{0.0848}{\sqrt{30}}. \text{ Como } t_{29;0.025} = 2.045, \text{ então}$$

$$IC_A^{95\%} = [0.2138; 0.3496]; IC_B^{95\%} = [0.1004; 0.2058] \text{ e } IC_C^{95\%} = [0.0625; 0.1259]$$

Repetição	Soma tempo em fila A	Soma tempo em fila B	Soma tempo em fila C	Nº clientes A	Nº clientes B	Nº clientes C	Média fila/cliente/A	Média fila/cliente/B	Média fila/cliente/C
1	1,8671	0,3811	0,2487	12	5	12	0,1556	0,0762	0,0207
2	4,6374	0,5053	1,2833	12	7	12	0,3865	0,0722	0,1069
3	5,9792	0,0000	0,7432	15	3	15	0,3986	0,0000	0,0464
4	2,1813	0,0223	3,4184	10	3	18	0,2181	0,0074	0,1899
5	6,2447	0,2256	0,0000	13	4	8	0,4804	0,0564	0,0000
6	2,8934	2,7293	2,3592	13	6	17	0,2226	0,4549	0,1388
7	1,9106	0,0000	5,7833	11	2	15	0,1737	0,0000	0,3856
8	0,2561	0,0000	2,4115	8	4	20	0,0320	0,0000	0,1206
9	6,0817	2,6004	0,0000	12	7	8	0,5068	0,3715	0,0000
10	2,3052	1,0334	0,7015	9	6	10	0,2561	0,1722	0,0701
11	6,5002	2,1275	3,0106	11	8	19	0,5909	0,2659	0,1585
12	0,4167	0,9222	0,1372	12	9	12	0,0347	0,1025	0,0114
13	1,2301	0,3269	0,2987	10	4	11	0,1230	0,0817	0,0272
14	7,5245	2,3498	0,4802	15	10	8	0,5016	0,2350	0,0000
15	2,2933	1,8021	1,2764	12	7	12	0,1911	0,2574	0,1064
16	2,7162	0,8620	2,5482	12	6	16	0,2263	0,1437	0,1593
17	0,2254	1,5504	0,4205	7	4	11	0,0322	0,3876	0,0382
18	2,6701	0,7745	2,1817	13	5	11	0,2054	0,1549	0,1983
19	0,3526	0,1830	0,4432	5	6	10	0,0705	0,0305	0,0443
20	8,1148	1,7832	1,7420	13	7	16	0,6242	0,2547	0,1089
21	2,2871	0,3568	0,1355	10	6	8	0,2287	0,0595	0,0169
22	0,6255	0,9441	4,7581	10	6	19	0,0626	0,1574	0,2504
23	4,3226	0,4225	0,4770	14	4	13	0,3088	0,1056	0,0367
24	1,0071	0,0000	0,3986	13	6	6	0,0775	0,0000	0,0664
25	3,8227	1,3426	2,1443	11	6	15	0,3475	0,2238	0,1430
26	8,5852	0,0000	0,6726	14	4	11	0,6132	0,0000	0,0611
27	1,5939	0,0000	0,2955	8	2	11	0,1992	0,0000	0,0269
28	5,2723	2,8249	0,2106	11	8	9	0,4793	0,3531	0,0234
29	2,4504	0,5317	1,2146	9	4	12	0,2723	0,1329	0,1012
30	6,0439	3,4852	1,3032	14	8	12	0,4317	0,4357	0,1086
Média	3,4137	1,0029	1,3699	11,3000	5,5667	12,6000	0,2817	0,1531	0,0942

FIGURA 9: Saída dos dados do simulador para a planilha para n = 30.

Com esses dados, é possível calcular a precisão atual para cada dentista, ou seja,

$$h_A = 0.0679, h_B = 0.0527 \text{ e } h_C = 0.0316. \text{ Deseja-se, com } 95\% \text{ de nível de confiança, uma}$$

precisão de 0.05h, ou seja, 3min. Considerando a precisão do dentista A  $h_A$ , por ser o maior valor da

metade do tamanho do intervalo, é possível determinar o número de replicações que atenda a

$$n^* = \left[ n \left( \frac{h}{h^*} \right)^2 \right] \text{ assim, } n^* = \left[ 30 \left( \frac{0.0679}{0.05} \right)^2 \right] = 56 \text{ portanto, com } n = 56 \text{ podemos}$$

obter um intervalo de nível confiança de 95% com precisão de 3min.

## 5. RESULTADOS

Os resultados na seção anterior validam a implementação do modelo do projeto piloto para outra linha da mesma empresa visando a replicabilidade do modelo. Sua implantação depende das seguintes etapas:

Repetição	Soma tempo em fila A	Soma tempo em fila B	Soma tempo em fila C	Nº clientes A	Nº clientes B	Nº clientes C	Média fila/cliente/A	Média fila/cliente/B	Média fila/cliente/C
1	1,8671	0,3811	0,2487	12	5	12	0,1556	0,0762	0,0207
2	4,6374	0,5053	1,2833	12	7	12	0,3865	0,0722	0,1069
3	5,9792	0,0000	0,7432	15	3	16	0,3986	0,0000	0,0464
4	2,1813	0,0223	3,4184	10	3	18	0,2181	0,0074	0,1899
5	6,2447	0,2256	0,0000	13	4	8	0,4804	0,0564	0,0000
6	2,8934	2,7293	2,3592	13	6	17	0,2226	0,4549	0,1388
7	1,9106	0,0000	5,7833	11	2	15	0,1737	0,0000	0,3856
8	0,2561	0,0000	2,4115	8	4	20	0,0320	0,0000	0,1206
9	6,0817	2,6004	0,0000	12	7	8	0,5068	0,3715	0,0000
10	2,3052	1,0334	0,7015	9	6	10	0,2561	0,1722	0,0701
11	6,5002	2,1275	3,0106	11	8	19	0,5909	0,2659	0,1585
12	0,4167	0,9222	0,1372	12	9	12	0,0347	0,1025	0,0114
13	1,2301	0,3269	0,2987	10	4	11	0,1230	0,0817	0,0272
14	7,5245	2,3498	0,4802	15	10	8	0,5016	0,2350	0,0600
15	2,2933	1,8021	1,2764	12	7	12	0,1911	0,2574	0,1064
16	2,7162	0,8620	2,5482	12	6	16	0,2263	0,1437	0,1593
17	0,2254	1,5504	0,4205	7	4	11	0,0322	0,3876	0,0382
18	2,6701	0,7745	2,1817	13	5	11	0,2054	0,1549	0,1983
19	0,3526	0,1830	0,4432	5	6	10	0,0705	0,0305	0,0443
20	8,1148	1,7832	1,7420	13	7	16	0,6242	0,2547	0,1089
21	2,2871	0,3568	0,1355	10	6	8	0,2287	0,0595	0,0169
22	0,6255	0,9441	4,7581	10	6	19	0,0626	0,1574	0,2504
23	4,3226	0,4225	0,4770	14	4	13	0,3088	0,1056	0,0367
24	1,0071	0,0000	0,3986	13	6	6	0,0775	0,0000	0,0664
25	3,8227	1,3426	2,1443	11	6	15	0,3475	0,2238	0,1430
26	8,5852	0,0000	0,6726	14	4	11	0,6132	0,0000	0,0611
27	1,5939	0,0000	0,2955	8	2	11	0,1992	0,0000	0,0269
28	5,2723	2,8249	0,2106	11	8	9	0,4793	0,3531	0,0234
29	2,4504	0,5317	1,2146	9	4	12	0,2723	0,1329	0,1012
30	6,0439	3,4852	1,3032	14	8	12	0,4317	0,4357	0,1086
31	0,4145	0,6841	1,3452	10	5	16	0,0415	0,1368	0,0841
32	2,5726	0,0000	0,2722	8	3	11	0,3216	0,0000	0,0247
33	6,6131	0,0000	0,3814	14	3	13	0,4724	0,0000	0,0293
34	4,2464	3,2014	3,1510	15	7	16	0,2831	0,4573	0,1969
35	3,8362	0,9792	1,0342	15	9	14	0,2557	0,1088	0,0739
36	7,4640	3,3636	0,1913	13	9	9	0,5742	0,3737	0,0213
37	4,1514	0,5342	1,4243	15	5	11	0,2768	0,1068	0,1295
38	3,1444	2,5127	0,1996	13	7	7	0,2419	0,3590	0,0285
39	3,6326	1,3311	2,0283	11	4	13	0,3302	0,3328	0,1560
40	0,4274	2,3634	1,1070	10	8	9	0,0427	0,2954	0,1230
41	0,3764	0,4594	2,8064	11	5	19	0,0342	0,0919	0,1477
42	0,5671	3,4241	0,0673	11	10	7	0,0516	0,3424	0,0096
43	2,4436	0,2388	1,7270	11	5	16	0,2221	0,0478	0,1079
44	1,3192	0,1589	1,0150	12	5	14	0,1099	0,0318	0,0725
45	4,2632	0,7574	0,5743	10	5	7	0,4263	0,1515	0,0820
46	4,5898	0,8739	0,0000	13	5	10	0,3531	0,1748	0,0000
47	0,4854	0,3328	0,3978	9	4	12	0,0539	0,0832	0,0332
48	1,8059	0,4734	1,7840	13	6	13	0,1389	0,0789	0,1372
49	0,7473	0,0244	1,2386	14	4	16	0,0534	0,0061	0,0774
50	2,7376	0,4802	0,3054	10	3	8	0,2738	0,1601	0,0382
51	1,2496	1,8363	0,5823	11	5	11	0,1136	0,3673	0,0529
52	2,2959	2,7735	0,2252	9	9	10	0,2551	0,3082	0,0225
53	3,1636	2,2214	0,4838	12	7	11	0,2636	0,3173	0,0440
54	2,2354	1,7364	0,5116	11	8	12	0,2032	0,2170	0,0426
55	2,5236	0,4900	0,0419	14	7	7	0,1803	0,0700	0,0060
56	1,4913	2,5730	0,2150	10	9	11	0,1491	0,2859	0,0195
<b>Média</b>	<b>3,0573</b>	<b>1,1413</b>	<b>1,1466</b>	<b>11,5000</b>	<b>5,7857</b>	<b>12,1607</b>	<b>0,2531</b>	<b>0,1696</b>	<b>0,0819</b>
<b>DP</b>	<b>2,244944402</b>	<b>1,080037025</b>	<b>1,216086235</b>	<b>2,2074255</b>	<b>2,0424075</b>	<b>3,5202107</b>	<b>0,166156285</b>	<b>0,139681921</b>	<b>0,07256016</b>

FIGURA 10: Saída dos dados do simulador para a planilha para n = 56.

Pode-se perceber que o maior tempo de fila ocorre no atendimento da especialidade A, tanto na soma de fila total, quanto na média de fila por pessoa. Além disso, há mais clientes nas especialidades A e C e menos clientes na especialidade B. Com  $n = 56$  replicações, é possível calcular novamente a precisão

h. Temos que:  $t_{55;0.025} = 2.014$ . Portanto,

$$h_A = t_{55;0.025} \frac{s}{\sqrt{n}} = 2.014 \frac{0.1662}{\sqrt{56}} = 0.0447, \quad h_B = t_{55;0.025} \frac{s}{\sqrt{n}} = 2.014 \frac{0.1397}{\sqrt{56}} = 0.0376 \quad \text{e}$$

$h_C = t_{55;0.025} \frac{s}{\sqrt{n}} = 2.014 \frac{0.0726}{\sqrt{56}} = 0.0195$  Como os valores de  $h$  são menores do que  $h^*$  desejado (0.5h), fica demonstrado que 56 é um valor de réplica bom para a simulação deste estudo de caso.

$$IC_A^{95\%} = [0.2084; 0.2978]$$

Assim, têm-se, a 95% de nível de confiança,

$$IC_B^{95\%} = [0.1320; 0.2072] \text{ e } IC_C^{95\%} = [0.0624; 0.1014]$$

A partir dos resultados da simulação e dos cálculos de confiabilidade, é possível concluir que o posto de atendimento gerador de mais filas é a especialidade A, ou seja, Ortodontia, pois apresenta um maior tempo de espera, consequentemente, gera mais fila. Nesse sentido, a empresa deve se atentar para os motivos dessa maior espera em tal especialidade e deve, então, tomar decisões que possam solucionar este problema. O balanceamento é obtido ao duplicar o posto de atendimento da especialidade A através da aquisição de mais uma cadeira de dentista.

## 6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Esse estudo avaliou a ocorrência de filas de uma clínica odontológica de Belo Horizonte por meio da simulação por eventos discretos. O desenvolvimento do modelo e o dimensionamento do número de replicações garantem a confiabilidade do resultado. O modelo possui grande utilidade a diversas clínicas do país devido a semelhança operacional, permitindo, portanto, sua replicabilidade. Como resultado, a clínica deve obter um equipamento extra para reduzir aproximadamente 50% do tempo de fila no posto de atendimento gargalo, viabilizando o balanceamento de suas atividades, e o aumento do nível de serviço. Para trabalhos futuros sugere-se expandir o escopo da modelagem, abordando turnos complementares, aumentar a amostra, por meio de uma coleta de dados em períodos variados.

## 7. REFERÊNCIAS

- BANKS, Jerry. Discrete-Event System Simulation. Pearson Education India, 1984.
- CHWIF, L; AFONSO, C. Modelagem e simulação de eventos discretos: teoria & aplicações. São Paulo: Ed. do Autor, 2007.
- KELTON, W. D; LAW, A. M. Simulation modeling and analysis. Boston: McGraw Hill, 2000.
- PINTO, L. R., SILVA, P. M. S., & YOUNG, T. P. (2015). A generic method to develop simulation models for ambulance systems. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 51, 170-183.
- PINTO, L. R., CAMPOS, F. C. C., PERPÉTUO, I. H. O., & RIBEIRO, Y. C. N. M. B. (2014, December). Analisys of hospital bed capacity via queuing theory and simulation. In *Simulation Conference (WSC), 2014 Winter* (pp. 1281-1292). IEEE.
- RABE, Markus; SCHEIDLER, Anne Antonia. An Approach For Increasing The Level Of Accuracy In Supply Chain Simulation By Using Patterns On Input Data. In: *Proceedings of the 2014 Winter Simulation Conference*. IEEE Press, 2014. p. 1897-1906.
- SAYLOR, S E.; DAILEY, J.K. Advanced Logistics Analysis Capabilities Environment. In: *Simulation Conference (WSC), Proceedings of the 2010 Winter*. IEEE, 2010. p. 2138-2149.
- SCHUNK, D; PLOTT, B. Using Simulation To Analyze Supply Chains. In: *Simulation Conference, 2000. Proceedings. Winter*. IEEE, 2000. p. 1095-1100.
- Silva, P. M. S., & Pinto, L. R. Emergency medical systems analysis by simulation and optimization. In *Proceedings of the Winter Simulation Conference*. 2010. (pp. 2422-2432). Winter Simulation Conference.
- WEBSITE: <<http://www.institutosorrisobh.com.br/>>. Acesso em: 15 de junho de 2017.



# ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: ALICERCE DA COMPETITIVIDADE

VOLUME VII



[conhecimentolivre.org/home](http://conhecimentolivre.org/home)



[contato@conhecimentolivre.org](mailto:contato@conhecimentolivre.org)



[editoraconhecimentolivre](#)



EDITORACONHECIMENTOLIVRE