



A CONTRIBUIÇÃO DA ERGONOMIA NA CERTIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE  
GESTÃO DA QUALIDADE: A MANUTENÇÃO PREDIAL DE UMA  
ORGANIZAÇÃO SOCIAL DE P&D

Ivênio Teixeira de Souza

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Mario Cesar Rodríguez Vidal

Rio de Janeiro

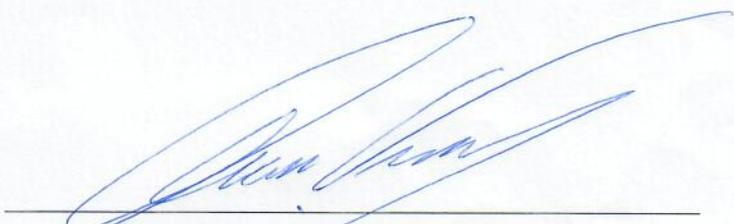
Maio de 2019

A CONTRIBUIÇÃO DA ERGONOMIA NA CERTIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE  
GESTÃO DA QUALIDADE: A MANUTENÇÃO PREDIAL DE UMA  
ORGANIZAÇÃO SOCIAL DE P&D

Ivênio Teixeira de Souza

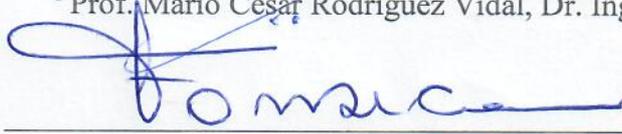
DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO  
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA  
(COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE  
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE  
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Examinada por:



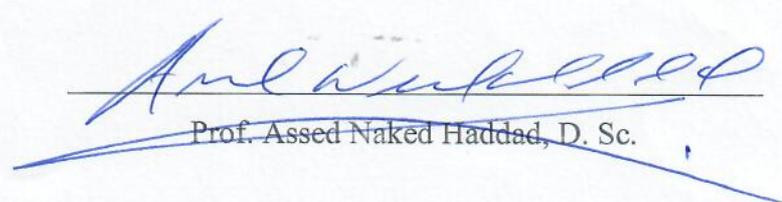
---

Prof. Mario Cesar Rodríguez Vidal, Dr. Ing.



---

Prof. Marcus Vinicius de Araujo Fonseca, D. Sc.



---

Prof. Assed Naked Haddad, D. Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

MAIO DE 2019

Souza, Ivênio Teixeira de

A contribuição da Ergonomia na certificação de Sistemas de Gestão da Qualidade: A manutenção predial de uma organização social de P&D / Ivênio Teixeira de Souza. – Rio de Janeiro: UFRJ / COPPE, 2019

XIV, 116 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Mario Cesar Rodríguez Vidal

Dissertação (mestrado) – UFRJ / COPPE / Programa de Engenharia de Produção, 2019.

Referências Bibliográficas: p. 109 – 116

1. Ergonomia 2. Manutenção predial 3. Qualidade

I. Vidal, Mario Cesar Rodríguez. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção. III. Título.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais, Samuel e Marly, que mesmo em meio às dificuldades impostas pela vida não mediram esforços para me ensinar o caminho certo, sacrificando suas vidas pelo bem dos filhos.

Também dedico este trabalho a minha amada esposa Débora, que esteve ao meu lado sempre me incentivando a lutar pelos meus ideais e também aos meus filhos Oliver e Eloah, que completam toda a minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente ao meu Deus, pois sem ele nada poderia fazer.

Agradeço também ao meu orientador Mario Vidal, pela disponibilidade e orientação em cada etapa deste trabalho, contribuindo em cada linha que foi escrita.

Aos todos os meus amigos de laboratório, nesta empreitada junto comigo desde o início, inclusive nas aulas aos finais de semana.

Não poderia deixar de mencionar o professor Fernando Sepúlveda que contribuiu de forma valiosa nos assuntos relacionados ao Sistema de Gestão da Qualidade.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

A CONTRIBUIÇÃO DA ERGONOMIA NA CERTIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE  
GESTÃO DA QUALIDADE: A MANUTENÇÃO PREDIAL DE UMA  
ORGANIZAÇÃO SOCIAL DE P&D

Ivênio Teixeira de Souza

Maio/2019

Orientador: Mario Cesar Rodríguez Vidal

Programa: Engenharia de Produção

Nesta Dissertação é explorado o processo de certificação do Sistema de Gestão da Qualidade aplicado no campo da manutenção predial de uma organização social de P&D, mais precisamente no atendimento de manutenção em ar condicionado do tipo *split*. Como ponto específico foi abordado o processo de atendimento de manutenção desde a solicitação até a execução do serviço, com o intuito de contribuir para o projeto de tecnologia informatizada que permita um diagnóstico mais adequado da solicitação, assim como a criação de uma lista de padrões, que preenchassem os requisitos da norma NBR ISO 9001, na sua versão 2015.

O estudo empírico foi concretizado através de uma análise ergonômica no setor de manutenção predial, buscando compreender a sistemática da atividade desempenhada.

Diante dos resultados auferidos foi possível evidenciar como a gestão da variabilidade ajuda na proposição de padrões que atendam aos requisitos ISO 9001, bem como na elaboração de tecnologias de suporte e conseqüentemente a melhoria da qualidade da manutenção predial.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

CONTRIBUTION OF ERGONOMICS IN QUALITY MANAGEMENT SYSTEM  
CERTIFICATION: THE BUILDING MAINTENANCE OF A SOCIAL R&D  
ORGANIZATION

Ivênio Teixeira de Souza

May/2019

Advisor: Mario Cesar Rodríguez Vidal

Department: Industrial Engineering

In this dissertation, we explore the theme of ergonomics in the Quality Management System certification process, employed in building maintenance of a social R&D organization, specifically in maintenance service in split air conditioning. As a specific topic, we approached handling maintenance from the request to the execution of the service, with the aim of contributing to the design of information technology that allows a more adequate diagnosis of the request, as well as the creation of a list of patterns, which meet the requirements of NBR ISO 9001, in its version 2015.

The empirical study was carried out through an ergonomic analysis in the building maintenance sector, seeking to understand the systematics of the activity performed.

In view of the results obtained, it was possible to show how variability management helps in proposing patterns that meet ISO 9001 requirements, as well as in the development of support technologies and consequently the improvement of building maintenance quality.

# SUMÁRIO

<b>Capítulo 1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	3
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA .....	3
1.3 DELIMITAÇÃO DO TEMA .....	5
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	6
<b>Capítulo 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>8</b>
2.1 A MANUTENÇÃO PREDIAL: UM SISTEMA SOCIOTÉCNICO COMPLEXO .....	8
2.2 A ERGONOMIA .....	10
2.2.1 <i>Análise Ergonômica</i> .....	12
2.2.2 <i>Procedimentos para coleta e registro de dados</i> .....	21
2.2.3 <i>Ergonomia e qualidade: O que e por quê?</i> .....	27
2.3 SISTEMAS DE GESTÃO .....	29
2.3.1 <i>O Sistema de Gestão da Qualidade</i> .....	29
2.3.2 <i>Modelos de Excelência em Gestão</i> .....	37
2.4 ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS SEGUNDO A VARIABILIDADE FUNCIONAL .....	40
2.4.1 <i>Elicitação de requisitos e a variabilidade funcional</i> .....	43
2.4.2 <i>Especificação de requisitos</i> .....	45
2.4.3 <i>Método de Análise da Ressonância Funcional (FRAM)</i> .....	46
<b>Capítulo 3 METODOLOGIA .....</b>	<b>52</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO .....	52
3.2 CARACTERIZAÇÃO DO CAMPO EMPÍRICO DE ANÁLISE .....	53
3.3 FRAMEWORK I .....	58
3.3.1 <i>Etapa 1 - Análise global</i> .....	59
3.3.2 <i>Etapa 2 - Elicitação e análise dos requisitos</i> .....	59
3.3.3 <i>Etapa 3 - Especificação de requisitos</i> .....	60
3.4 FRAMEWORK II .....	61

3.4.1	<i>Etapa 1 – Análise Funcional</i> .....	62
3.4.2	<i>Etapa 2 – Identificação de Padrões</i> .....	63
3.4.3	<i>Etapa 3 – Enquadramento de Padrões</i> .....	64
<b>Capítulo 4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>65</b>
4.1	CASO 1: ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS PARA O SISTEMA DE GESTÃO DE ORDENS DE SERVIÇO .....	65
4.1.1	<i>Análise Global</i> .....	65
4.1.2	<i>Elicitação de requisitos a partir da modelagem FRAM</i> .....	68
4.1.3	<i>Especificação de requisitos</i> .....	78
4.1.4	<i>Discussão</i> .....	80
4.2	CASO 2: CONSTITUIÇÃO DE PADRÕES ERGONÔMICOS PARA O APRIMORAMENTO DO SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE.....	82
4.2.1	<i>Análise Funcional</i> .....	82
4.2.2	<i>Identificação de Padrões</i> .....	99
4.2.3	<i>Enquadramento de Padrões aos requisitos ISO 9001</i> .....	101
4.2.4	<i>Discussão</i> .....	103
<b>Capítulo 5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>107</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>109</b>

## LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Localização do Centro de Manutenção Predial .....	54
Foto 2 - Posto de trabalho do chefe de manutenção .....	67
Foto 3 - setor de refrigeração.....	87
Foto 4 - Bancadas de trabalho do setor de refrigeração .....	88
Foto 5 – Técnico executando manutenção no ar condicionado de um laboratório localizado no segundo andar do edifício .....	90
Foto 6 - Técnico iluminando o quadro de força com a lanterna do telefone celular .....	91
Foto 7 - Dificuldade de acesso ao aparelho de ar condicionado .....	91
Foto 8 - Postura forçada do técnico durante intervenção em aparelho de ar condicionado .....	93
Foto 9 – Técnico do Centro de Manutenção da Coppe/UFRJ carregando o cilindro de gás.....	97
Foto 10 – Técnico do Centro de Manutenção da Coppe/UFRJ realizando uma troca de compressor de um ar condicionado tipo <i>split</i> .....	98
Foto 11 – Percorso realizado pelos técnicos de manutenção do Centro de Manutenção Predial da Coppe/UFRJ até o local mais distante dentro do Centro de Tecnologia.....	99

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Integrações da Ergonomia.....	11
Figura 2 – Articulações como condições necessárias e suficientes para o sucesso da ação ergonômica .....	15
Figura 3 - Etapas e rumos da Ação Conversacional.....	23
Figura 3 - Cadeia de valor do DPADI.....	35
Figura 5 - Cadeia de valor do DPADI.....	35
Figura 6 - Estrutura do SGQ do DPADI .....	36
Figura 7 - Certificados <i>Self-Audit</i> emitidos para os setores do DPADI .....	37
Figura 8 - Processos de Engenharia de Requisitos .....	41
Figura 9 - Representação de uma atividade ou função no FRAM.....	49
Figura 11 - Localização dos centros de pesquisa da Coppe .....	54
Figura 11 - Organograma da Diretoria de Planejamento, Administração e Desenvolvimento Institucional (DPADI) .....	55
Figura 12 - Planta do Centro de Manutenção (térreo).....	56
Figura 13 - Planta do Centro de Manutenção (2º andar) .....	56
Figura 14 - <i>Framework</i> estratégico para especificação de requisitos de <i>software</i> a partir da análise da ressonância funcional.....	58
Figura 15 – Metodologia proposta para identificação e enquadramento de padrões aos requisitos da norma ISO 9001:2015 .....	61
Figura 16 - Etapa 1 da metodologia proposta.....	62
Figura 17 – Origem dos padrões de preenchimento dos requisitos ISO 9001 .....	63
Figura 18 – Processo de atendimento inicial de manutenção predial.....	68
Figura 19 - Modelagem FRAM do atendimento inicial de manutenção predial da organização de P&D.....	70
Figura 20 - Manifestação da variabilidade na saída da função <analisar a descrição do serviço> .....	76
Figura 21 - Representação do relacionamento entre os grupos .....	83
Figura 22 – Distribuição dos profissionais do Centro de Manutenção.....	84
Figura 23 - Macroprocesso de manutenção predial.....	85
Figura 24 – Ordens de serviço distribuídas por áreas de serviço, realizadas no ano de 2017 .....	86
Figura 25 - Modelagem BPMN da atividade de troca de compressor.....	96
Figura 26 - Modelagem BPMN da atividade de troca de compressor (continuação).....	96

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tempo empregado no trabalho de campo – atendimento inicial de manutenção.....	58
Tabela 2 - Tempo empregado no trabalho de campo – manutenção em ar condicionado <i>split</i> .....	62
Tabela 3 - Análise do aspecto "lugar" com LICTA.....	89
Tabela 4 - Análise do aspecto "instrumentação" com LICTA .....	90
Tabela 5 - Análise do aspecto "clima" com LICTA .....	92
Tabela 6 - Análise do aspecto "demandas físicas" com LICTA.....	92
Tabela 7 - Análise do aspecto "demandas cognitivas" com LICTA .....	94
Tabela 8 - Análise do aspecto "demandas organizacionais" com LICTA.....	94

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Propriedades dos sistemas complexos.....	9
Quadro 2 - Elementos da Tarefa x Atividade .....	18
Quadro 3 - Aspectos do LIC- .....	19
Quadro 4 – Síntese das fases da Ação Ergonômica.....	20
Quadro 5 - Tipologias da ação conversacional situada .....	25
Quadro 6 - Requisitos da NBR ISO 9001:2015 .....	34
Quadro 7 - Critérios de certificação <i>Self-Audit</i> .....	36
Quadro 8 - Fundamentos do Modelo da Excelência em Gestão (MEG).....	38
Quadro 9 - Critérios de excelência da Fundação Nacional da Qualidade (FNQ).....	39
Quadro 10 - Grupos de atuação da manutenção predial.....	57
Quadro 11 - Descrição das funções do modelo FRAM para a atividade de atendimento inicial de manutenção predial .....	69
Quadro 12 - <i>Status</i> dos serviços no sistema de manutenção .....	71
Quadro 13 - Análise da variabilidade das funções durante o atendimento inicial de manutenção predial no sistema de informação (CISI).....	74
Quadro 14 – Proposição de ações mitigadoras de controle da variabilidade .....	77
Quadro 15 – Especificação de requisitos para o sistema de informação da manutenção predial.....	79
Quadro 16 – Aspectos coletados durante a análise global.....	83
Quadro 17 - Lista de problemas e soluções ergonômicas-tipo.....	100
Quadro 18 – Padrões de preenchimento dos requisitos ISO 9001 .....	101

## **Glossário de Siglas**

AE – Análise Ergonômica

CISI – Centro de Integração de Serviços de Informática

CM – Centro de Manutenção da Coppe

CT – Centro de Tecnologia da UFRJ

COPPE – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia

DPADI – Departamento de Planejamento, Administração e Desenvolvimento  
Institucional

FRAM – Functional Resonance Analysis Method

GENTE – Grupo de Ergonomia e Novas Tecnologias da COPPE/UFRJ

NR – Norma Regulamentadora

SGQ – Sistema de Gestão da Qualidade

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

ISO – International Organization for Standardization

## Capítulo 1 INTRODUÇÃO

O crescimento da globalização contribuiu para a abertura dos mercados, consequentemente a competitividade e a exigência da melhoria na produtividade das organizações. O aumento da competitividade, alinhado à própria manutenção da empresa no mercado, motiva uma empenhada busca por procedimentos e práticas de trabalho adotadas pelas organizações reconhecidas como *world class* (classe mundial). As organizações de classe mundial são aquelas que se destacam pelas suas práticas e respectivos resultados, divulgando ao público de interesse a excelência dos seus produtos e serviços. A certificação de Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ) é um instrumento que tem sido vastamente utilizado pelas empresas com o intuito de garantir a qualidade dos produtos e serviços dentro do seu escopo de atuação.

A certificação de um SGQ baseada nas normas ISO<sup>1</sup> 9000 é uma realidade consolidada nos negócios empresariais e em muitos segmentos industriais se tornou um critério qualificador, ou seja, somente empresas com qualidade demonstrada podem fazer parte da cadeia de suprimentos, como é o caso da indústria automotiva, da linha branca, entre outras (MIGUEL et al., 2009).

Diante disso, para a empresa se manter competitiva é preciso oferecer produtos ou serviços melhores, tornando-os atrativos ao mercado. Para isto há a necessidade de investimentos por parte da empresa na melhoria dos processos e dos produtos através de ações de melhoria da qualidade.

Por conseguinte, uma ação de melhoria da qualidade difere de uma ação ergonômica quanto ao foco. Uma ação de melhoria da qualidade foca o sistema e o produto, buscando transformar as necessidades do cliente em requisitos de produtos ou serviços. Uma ação ergonômica busca analisar o sistema, as atividades e as interfaces, adaptando esse conjunto ao trabalhador.

Dessa maneira, o desafio da Ergonomia é agir na tentativa de eliminar ou mitigar as condições de trabalho adversas, sob as quais o trabalhador exerce suas atividades, buscando alternativas que tragam eficiência ao processo produtivo, tanto do ponto de vista do desempenho das pessoas, observando a sua saúde e conforto, como do

---

<sup>1</sup> A Organização Internacional de Normalização (ISO), sediada em Genebra na Suíça, foi fundada em 1947 como uma federação sem fins lucrativos dos organismos nacionais de normalização. Os Organismos membros da ISO provêm de todos os continentes do mundo, incluindo o *British Standards Institution* (BSI) no Reino Unido, o *American National Standards Institute* (ANSI) nos Estados Unidos, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) no Brasil entre outros.

desempenho da produção, atentando para as questões da qualidade, produtividade e segurança, além dos impactos ao meio ambiente (ALVES, 2005).

Nesse cenário, a Ergonomia vem atuar como viabilizadora do processo de certificação de Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ). Para tanto, a Ergonomia lança mão do seu objetivo principal que é a compreensão das interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema, aplicando métodos para projetar a otimização do bem-estar humano e o desempenho geral do sistema (IEA, 2019).

A premissa utilizada é a abordagem *bottom up*<sup>2</sup>, de modo que as questões levantadas no campo empírico possam contribuir com resultados positivos no nível estratégico da organização. Afinal, o trabalho realizado por uma organização, por mais automatizado que seja, depende de algum modo da intervenção do homem (RASMUSSEN, 1979) para se garantir qualidade dos produtos e serviços entregues pela organização.

Esta dissertação tem como tema o estudo da certificação de um SGQ, a partir do enfoque da Ergonomia. O objetivo é a proposição de padrões advindos da análise das situações de trabalho, especificamente na manutenção de ar condicionado tipo *split*, que possam preencher os requisitos da norma ISO 9001, na sua versão 2015, além de contribuir para a especificação de requisitos para o projeto de tecnologias de suporte à emissão de ordens de serviço na manutenção predial.

Adicionalmente, tem o objetivo de quebrar a visão conservadora de que a certificação de um SGQ se dá por meio de uma abordagem puramente *top down*<sup>3</sup> e realçar a importância da abordagem *bottom up*. A viabilização deste objetivo se dá a partir da análise das situações de trabalho em seu contexto micro, buscando pontos positivos que possam contribuir para a qualidade e pontos negativos que possam ser adequados. Além disso, buscamos contribuir com a valorização da função manutenção predial em sua real utilidade, e isso por meio da aproximação científica da realidade do trabalho, que é o que possibilita a Ergonomia, enquanto método e prática.

---

<sup>2</sup> Abordagem ascendente que se utiliza da premissa de que as condições de realização das atividades de trabalho podem ajudar a tomada de decisão no nível estratégico do negócio.

<sup>3</sup> Abordagem tradicional que se caracteriza pelo desdobramento descendente da estratégia de negócio, partindo do topo da gestão para todo o corpo da organização.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Primariamente, este estudo se justifica pela possibilidade de fornecer uma contribuição relevante à organização social de P&D, que é um dos maiores centros de pesquisas da América Latina, no tocante ao gerenciamento da manutenção de suas estruturas prediais, que fornecem o amparo físico para a realização de importantes pesquisas para diversas áreas acadêmicas.

A ausência ou ineficiência de uma manutenção predial causou, nos últimos anos, vários acidentes e incidentes, que resultaram em fatalidades, prejuízos financeiros, perdas de acervos históricos, além de desgaste na imagem da organização. Diante disso, com o intuito de promover a excelência dos serviços de manutenção predial, a certificação de um Sistema de Gestão da Qualidade pode ser uma ótima ferramenta para incrementar a satisfação dos clientes, aprimorar a qualidade do serviço executado através da otimização dos seus processos internos. Isto se traduz em alguns benefícios, tais como: melhorar a imagem da organização perante seus clientes, se tornar referência em determinadas atividades, além de cumprir o seu papel social, enquanto instituição de formação e capacitação de pessoas.

Contudo, a implementação de um sistema de gestão engloba todas as esferas da organização, o que, se não for executado de forma adequada pode levar à não consecução dos objetivos planejados. Estes resultados, portanto, poderão contribuir para a melhoria do desempenho do sistema maior, no qual a manutenção está inserida. Para tanto, a adoção de sistemas de gestão, iniciando pela qualidade, pode ser um instrumento que encaminhe as perspectivas, definidas estrategicamente para a organização.

## 1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Em diversas organizações a Ergonomia tem sido vista como uma parte integrante do setor responsável pela saúde e segurança do trabalho, sendo utilizada por essas organizações como uma ferramenta que objetiva cumprir injunções ou demonstrar às entidades de fiscalização, a adoção de medidas de proteção aos agravos à saúde do trabalhador, o que tais medidas compreendem, basicamente, a prática de ginástica laboral e treinamento para prevenção de posturas inadequadas (GUIZZE, 2011, p. 33). Eklund (2001, p. 34) aborda que geralmente são vistos como aspectos estratégicos

somente aqueles que estão relacionados com a qualidade e a produtividade da organização, ou seja, no mundo corporativo ainda se pratica a ideia que a Ergonomia não pode contribuir positivamente para a estratégia do negócio, estando limitada ao ajuste do mobiliário no setor de trabalho.

Não obstante, a Ergonomia é importante, não só para o conforto, segurança e saúde do trabalhador, mas para melhorar a produtividade e a qualidade da produção. Neste sentido, Dul e Neumann (2009) abordam que o valor da Ergonomia pode estar alinhado com a estratégia de negócio da empresa, contribuindo para a manutenção da competitividade através da interação com vários outros níveis de decisão empresarial. Adicionalmente, Neves (2014) propõe um modelo de gestão que visa integrar a Ergonomia aos sistemas de gestão e governança das organizações de forma que a disciplina deixe de ser entendida como uma ação pontual para resolução de problemas ou simplesmente objetivando o cumprimento de uma notificação por parte dos órgãos de fiscalização.

De forma a refutar a impressão explicitada acima, é preciso ter em mente que a Ergonomia, tal como qualquer outra atividade relacionada com o setor produtivo, só será aceita se for capaz de comprovar que é economicamente viável, ou seja, se apresentar uma relação custo/benefício favorável (IIDA, 2005, p. 22). Adicionalmente, baseado na experiência laboral do pesquisador, é importante salientar que o “idioma” falado pelos altos executivos e gestores das corporações é voltado para indicadores de desempenho financeiro, uma vez que existe uma legião de interessados, aos quais estes gestores prestam conta do negócio sobre sua responsabilidade. Hendrick (2011, p. 7) aborda ainda que é extremamente importante identificar de forma clara e concisa os custos ou investimentos necessários para uma intervenção ergonômica, bem como os benefícios que serão frutos de tal intervenção.

O problema de pesquisa foi formulado de acordo com o formato estabelecido por Booth et al. (2008), sendo dividido em tópico, questão de pesquisa e significância. O tópico de pesquisa é o processo de certificação do Sistema de Gestão da Qualidade no escopo de trabalho da manutenção predial sob o enfoque da Ergonomia. A partir dele é estabelecida a seguir a questão ampla de pesquisa:

- Questão ampla: Como a Ergonomia pode contribuir para a identificação de padrões para a certificação do SGQ em manutenção predial?

De maneira a orientar mais diretamente a pesquisa para o contexto e o *locus* do trabalho, a questão de pesquisa ampla foi desdobrada em duas questões específicas:

- Questão específica I: Como a gestão da variabilidade na atividade de manutenção de ar condicionado contribui com padrões em manutenção predial?
- Questão específica II: Como a gestão da variabilidade no processo de emissão de ordens de serviço contribui para a especificação de requisitos para o projeto de sistemas computacionais de suporte à manutenção de ar condicionado?

O contexto especificado é a manutenção predial em uma organização social de P&D de base fundacional e o *locus* é caracterizado como o trabalho de manutenção de ar condicionado *Split*.

A significância conceitual deste trabalho reside no entendimento de como a Ergonomia pode identificar padrões de manutenção em ar condicionado, de modo a contribuir para a certificação do SGQ do escopo de trabalho de manutenção de ar condicionado do tipo *Split*. A significância prática é orientada à elaboração de um manual de padrões que poderá servir como referência para ser replicado em outras instituições públicas que desenvolvem a atividade de manutenção predial. Adicionalmente, espera-se que o presente estudo possa direcionar a contribuição da Ergonomia para a especificação de requisitos de *software* de manutenção predial com o intuito de ajudar os solicitantes na descrição de um problema, assim como contribuir para um diagnóstico mais assertivo por parte do corpo técnico.

### 1.3 DELIMITAÇÃO DO TEMA

A missão da manutenção é garantir a confiabilidade e a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço, com segurança, preservação do meio ambiente e custo adequado (KARDEC; NASCIF, 2009, p.23). Especificamente, segundo a norma NBR 14037, a manutenção predial é o conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou reparar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes a fim de atender às necessidades e segurança dos seus usuários (ABNT, 2011a). Diante disso, a manutenção predial pode ser considerada como um elemento crítico que, assim como outras áreas, atuam como pilar de sustentação para as atividades fim da organização.

A fim de promover a excelência dos serviços de manutenção predial, a certificação de um Sistema de Gestão da Qualidade pode ser uma ótima ferramenta para incrementar a satisfação dos clientes, aprimorar a qualidade do serviço executado através da otimização dos seus processos internos. Estes resultados, portanto, poderão contribuir para a melhoria do desempenho do sistema maior, no qual a manutenção está inserida. Isto se traduz em alguns benefícios, tais como: melhorar a imagem da organização perante seus clientes, se tornar referência em determinadas atividades, além de cumprir o seu papel social, enquanto instituição de formação e capacitação de pessoas. Para tanto, a adoção de sistemas de gestão, iniciando pela qualidade, pode ser um instrumento que encaminhe as perspectivas, definidas estrategicamente para a organização.

Contudo, a certificação de um SGQ, para o escopo da manutenção predial em uma organização social de P&D, requer a adoção de padrões em um cenário de complexidade, devido aos aspectos funcionais da organização. Esta complexidade se insere no contexto, principalmente, pela emergência ou afloramento de fenômenos inesperados da atividade, os quais não se podem prever nem quando, nem como ocorrem. Por conta disto, é um tanto difícil lidar com as diversas questões inerentes aos processos de trabalho, isto devido à característica não linear das situações de trabalho.

Diante disto, este estudo está delimitado à contribuição da Ergonomia para o SGQ, tendo como objeto principal de análise, a execução dos serviços de manutenção predial em aparelhos de ar condicionado do tipo *Split* na condição fora da oficina (*in-loco*), no atendimento de manutenção predial nas unidades da Coppe/UFRJ.

#### 1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação estará estruturada em quatro capítulos. No primeiro capítulo é apresentado o contexto em que se insere o trabalho, realçando a importância da Ergonomia para os resultados dos negócios, indo além das perspectivas de prevenção aos agravos à saúde e segurança do trabalhador. Além disso, foram apresentados o problema de pesquisa e a motivação para a realização da pesquisa.

Seguindo este capítulo de introdução, nós apresentaremos uma fundamentação teórica, aonde descrevemos os conceitos essenciais das disciplinas que fornecem os fundamentos que incorporam este trabalho.

Iniciamos o segundo capítulo fazendo uma apresentação dos sistemas sociotécnicos complexos, a partir da Teoria Geral dos Sistemas (VON BERTALANFFY, 1968), explicitando as principais características de um sistema complexo e o quanto o trabalho na manutenção predial está alinhado a esta teoria.

Com o objetivo de entender e detalhar a atuação da Ergonomia será realizado uma revisão teórica sobre esse assunto, presente no segundo capítulo. Além disso, foram revisados os conceitos de qualidade e das normas ISO, que servem de base para a certificação de um SGQ.

No terceiro capítulo, abordar-se-ão as metodologias utilizadas na dissertação, que consistiu em uma ação ergonômica na manutenção predial de uma organização de P&D que, para a primeira abordagem, foi elaborado um esquema para a proposição de padrões no sentido de atendimento aos requisitos da norma NBR ISO 9001, alimentada pelo diagnóstico resultante da Análise Ergonômica na atividade como realizada. Em uma segunda abordagem foi utilizada a análise da ressonância funcional (HOLLNAGEL, 2004) como ferramenta de elicitação de requisitos para o aprimoramento da tecnologia de suporte à manutenção predial, contribuindo para melhoria das especificações de requisitos de *software*.

No quarto capítulo serão apresentados os resultados do trabalho de campo, fundamentado no estudo ergonômico da atividade de manutenção em ar condicionado de uma organização de P&D bem definida. O estudo foi dividido em dois casos e abrangeu desde a instrução da demanda até o modelo operante, possibilitando a compreensão das variabilidades emergentes neste tipo de atividade. O primeiro caso trata da atividade de atendimento inicial de manutenção, iniciando pela solicitação até a emissão da ordem de serviço. O segundo caso trata da atividade de manutenção em ar condicionado do tipo *Split*, em uma situação de trabalho fora da oficina.

## Capítulo 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo é apresentada a fundamentação teórica deste trabalho. A fundamentação se justifica pelo fato de estarmos nos inscrevendo numa perspectiva etnográfica na qual os temas de teorização não se apresentam de imediato. Portanto essa fundamentação consta de uma exposição explanadora, primeiramente sobre a manutenção predial como um sistema sociotécnico complexo, que vem a ser uma organização de difícil previsão de seus problemas. Em seguida apresentam-se os conceitos fundamentais da Ergonomia, que é a disciplina que tem como mote a adequação do trabalho ao ser humano, juntamente com as proposições de uma análise ergonômica. Depois fazemos uma breve alusão aos temas relativos à qualidade e seus sistemas de gestão, que nos permite atender de forma mais completa à demanda de certificação que originou a presente ação ergonômica. Em seguida fazemos uma breve explanação acerca da especificação de requisitos de *software*, para nos situar de como se dá o processo de construção de um sistema de informação de apoio à manutenção predial. Para terminar é apresentado o método de análise da ressonância funcional (FRAM), que foi utilizado como apoio à especificação de requisitos de software, como forma de compreender as variabilidades intrínsecas à situação de trabalho analisada.

### 2.1 A MANUTENÇÃO PREDIAL: UM SISTEMA SOCIOTÉCNICO COMPLEXO

Para compreender o conceito de sistema complexo é necessário entender primariamente o conceito de sistema. O pensamento sistêmico é uma concepção apresentada nos anos de 1940 por Ludwig von Bertalanffy, biólogo austríaco que cunhou a Teoria Geral dos Sistemas (TGS). No método científico tradicional, tal qual o consolidado por René Descartes (1596 – 1650) em sua obra “o discurso do método”, o autor defende a ideia de que para o entendimento do todo um sistema deve ser dividido no maior número possível de partes e dispô-los em sua ordem lógica para melhor resolvê-los. Neste método os sistemas são divididos em aspectos distintos, físicos e comportamentais, e analisados separadamente (LEVESON, 2011). Para Capra (1982) a excessiva ênfase dada ao método de Descartes resultou na disseminação da crença que todos os fenômenos complexos podem ser compreendidos se reduzidos às suas partes componentes. A norma NBR ISO 9000 define sistema como “conjunto de elementos inter-relacionados ou interativos” (ABNT, 2015, p. 19).

De acordo com a TGS, os sistemas podem ser classificados duas categorias:

- Sistema aberto: é definido como um sistema que troca informações com o seu ambiente (VON BERTALANFFY, 1968, p. 141), absorvendo e dissipando matéria, energia e informação (MOBUS; KALTON, 2015, p. 116).
- Sistema fechado: é aquele que não trabalha interagindo com o meio ambiente, gerando aumento da entropia e culminando com o estado de desordem.

Os sistemas podem ser classificados como: simples, complicados e complexos. Um sistema simples é totalmente descritível em termos de finalidade, fronteiras, entradas, saídas e relação entre componentes ou subsistemas. Um sistema complicado advém de uma natureza simples, contudo, está integrado por um grande número de combinações internas e externas, além de apresentar elevado grau de subdivisões em subsistemas e componentes. Um avião de grande porte pode ser descrito como um sistema complicado (LEPLAT, 1996 *apud* VIDAL et al., 2011).

Já um sistema complexo constitui-se de redes com vários elementos interagindo entre si, tipicamente de forma não linear (SAYAMA, 2015), o que significa que pequenas causas podem gerar grandes resultados ou vice-versa (CILLIERS, 2002, p. 4). Estes vários elementos apresentam comportamento emergente, isto é, o comportamento do sistema não pode ser inferido simplesmente a partir do comportamento dos seus elementos (BAR-YAM, 1997), mas através da interação destes elementos dentro do sistema (PARIÉS, 2006, p. 40). O quadro 1 apresenta quatro propriedades dos sistemas complexos:

**Quadro 1 - Propriedades dos sistemas complexos**

<b>Propriedade</b>	<b>Descrição</b>
Não-determinismo	Mesmo quando os elementos do sistema são bastante conhecidos, é impossível antecipar de forma precisa o comportamento do sistema.
Decomposibilidade funcional limitada	É difícil ou impossível estudar as propriedades do sistema através de uma abordagem analítica.
Natureza distribuída da informação	Algumas funções do sistema complexo não podem ser posicionadas. A informação se encontra em diferentes lugares e sob o poder de diversos agentes.
Afloramento e auto-organização	Quando situações são imprevisíveis, novas informações emergem de forma também imprevisível. A transmissão de informações entre agentes depende de fatores ambientais e da cognição de cada ator de forma individual.

**Fonte:** Adaptado de Pavard e Dugdale (2006)

O caso da manutenção predial encaixa-se perfeitamente como exemplo de um sistema sociotécnico complexo. A descrição deste sistema é bastante detalhada, uma vez que é quase impossível descrever todas as possibilidades de eventos durante uma jornada de trabalho, no intrínseco da atividade. Embora a prescrição da tarefa estabeleça um *modus operandi* “padrão”, como se a rotina de manutenção apresentasse um comportamento replicável dia após dia, a observação direta da atividade de manutenção, conforme explorado na seção 4, revelou as diversas características da complexidade. Por exemplo, para um mesmo tipo de trabalho pode-se ter X diferentes modos de execução e conseqüentemente Y resultados diferentes, sendo impactados diretamente por diversos critérios como local do trabalho e clima.

Neste sentido, o desempenho do pessoal da manutenção predial varia de acordo com a situação de trabalho encontrada naquele dia e naquela hora. O sistema evolui e assume novas configurações de forma muito rápida antes que seja possível descrevê-lo. Embora os elementos do sistema sejam bem definidos, é impossível determinar com certeza o resultado, isto diante do afloramento de situações outrora não previstas.

A próxima seção aborda a Ergonomia, que é reconhecida como a disciplina que permite aprimorar o ambiente de trabalho a fim de conseguir melhoria na qualidade de vida do trabalhador e conseqüentemente incrementar a produtividade.

## 2.2 A ERGONOMIA

Etimologicamente, Ergonomia tem origem no grego *ergon* + *nomos*, ou seja, estudo do trabalho e foi originalmente proposta e definida pelo cientista polonês Wojciceh Jastrzebowski, em 1857, em um artigo intitulado “Ensaio de Ergonomia ou ciência do trabalho, baseada nas leis objetivas da ciência da natureza” (MÁSCULO; VIDAL, 2011). Jastrzebowski definiu a Ergonomia como uma disciplina científica com abrangência em todos os aspectos da atividade humana, incluindo trabalho, entretenimento raciocínio e dedicação (KARWOWSKI, 2005).

A Ergonomia pode ser definida como o conjunto de conhecimentos científicos relacionados ao homem e necessários para o desenho de ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com máximo conforto, segurança e eficiência (WISNER, 1987).

A Ergonomia surgiu na II Guerra Mundial com o objetivo de pesquisar limites e necessidades do trabalhador humano, quando deparado com a operação de equipamentos complexos. No Reino Unido, a *Ergonomics Research Society*, atualmente conhecida como “*The Ergonomics Society*”, foi fundada em 1947. Este novo campo profissional foi se desenvolvendo de forma gradual nas duas décadas subsequentes em alguns países da Europa e da América do Norte. Obteve uma expansão considerável nas décadas seguintes, incluindo o Brasil que, na América Latina, foi o pioneiro na implantação dos seus conceitos.

O termo Fatores Humanos começou a ser utilizado na aviação em relatórios de acidentes da Força Aérea Britânica durante a década de 1940. O campo dos estudos do fator humano na aviação foi reconhecido nos Estados Unidos em 1957, durante a primeira reunião da *Human Factors Society*.

Assim como os sistemas, que para a compreensão do todo é necessário compreender as suas partes e interações, a Ergonomia também foi influenciada por essa visão sistêmica, agregando diferentes disciplinas, no que tange a questão de projetar, planejar e gerenciar interações humanas dentro de sistemas de trabalho complexos (CARAYON et al., 2015). As várias dimensões e interações da Ergonomia estão ilustradas na figura 1:



**Figura 1** – Integrações da Ergonomia  
**Fonte:** Karwowski (2005)

Segundo o IEA (2019), a Ergonomia está apoiada em três domínios de especialização, conforme destacado abaixo:

- Ergonomia física: A ergonomia física diz respeito às características anatômicas, antropométricas, fisiológicas e biomecânicas humanas relacionadas à atividade física. Tópicos relevantes dentro destas características incluem: posturas de trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho, layout do local de trabalho, segurança e saúde.
- Ergonomia Cognitiva: A ergonomia cognitiva se ocupa dos processos mentais, como: percepção, memória, raciocínio e resposta motora. Estes processos afetam as interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema. Os tópicos relevantes incluem: carga de trabalho mental, tomada de decisão, desempenho qualificado, interação humano-computador, confiabilidade humana, estresse no trabalho e treinamento, pois podem estar relacionados ao *design* do sistema humano.
- Ergonomia organizacional: A ergonomia organizacional preocupa-se com a otimização dos sistemas sociotécnicos, incluindo suas estruturas organizacionais, políticas e processos. Os tópicos relevantes incluem: a comunicação, o gerenciamento de recursos da equipe, o projeto de trabalho, carga horária de trabalho, trabalho em equipe, design participativo, ergonomia da comunidade, trabalho cooperativo, novos paradigmas de trabalho, organizações virtuais, teletrabalho e gerenciamento da qualidade.

### **2.2.1 *Análise Ergonômica***

A Ergonomia, definida de maneira simplificada, é uma prática profissional que procura adaptar o processo de trabalho às características das pessoas que irão executá-lo e a Análise Ergonômica é um modelo que busca compreender e correlacionar determinantes das situações de trabalho com suas consequências para o sistema de produção e para os trabalhadores (GUÉRIN et al., 2001). A Análise Ergonômica é prevista na regulamentação brasileira desde a Portaria no 3.751, de 23 de novembro de 1990. Sua realização pode abranger uma análise criteriosamente detalhada ou até mesmo uma visão mais dirigida do processo de trabalho, observando apenas certos aspectos considerados mais relevantes a uma demanda específica.

Como a Ergonomia busca estabelecer ajustes que proporcionem a produtividade e o conforto, de maneira que o resultado seja satisfatório para todos os envolvidos, isto é, os trabalhadores e a empresa, ela combina os critérios:

- Biomecânico: na nova situação, a mecânica do corpo humano deve funcionar melhor e conseqüentemente o indivíduo deve se cansar menos;
- Cognitivo: em uma situação adequada o operador poderá tomar as boas decisões nos momentos corretos;
- Econômico: as mudanças ergonômicas devem propiciar retorno do investimento a curto prazo;
- Epidemiológico: na situação recomendada, ocorrerá redução das lesões e acidentes;
- De Produtividade: na nova situação recomendada, as pessoas devem trabalhar com melhor rendimento;
- Social: trabalhadores e gestores devem aceitar bem as mudanças.

A análise ergonômica é o processo de transformação positiva da realidade do trabalho que observa e conduz esses critérios. No contexto de certificação, em que se insere este trabalho, uma análise ergonômica pode produzir diferentes tipos de resultados que, combinados com a natureza das demandas, dão origem a tipos de ações ergonômicas, a saber: a apreciação ergonômica, a análise ergonômica de conformidades, implementação ergonômica de padrões e a verificação ergonômica de projetos (VIDAL, 2003).

Neste sentido, a apreciação ergonômica é a indicação de oportunidades de melhoria da conformidade em uma unidade ou um determinado setor da organização, de modo que o conjunto de apreciações pode constituir uma proposta de um Programa de Ergonomia para a organização. A análise ergonômica de conformidades objetiva ajustar os sistemas de trabalho às conformidades requeridas, lançando mão de modificações substanciais nos sistemas informáticos, nos ambientes e nas formas de organização do trabalho. A implementação ergonômica consiste no projeto, implantação e manutenção das modificações necessárias a garantir as conformidades estabelecidas. A verificação ergonômica de projetos se constitui na verificação do processo de elaboração e os

resultados deste com o intuito de atestar o cumprimento dos requisitos normativos que garantirão a certificação.

A partir das considerações do parágrafo anterior, podemos partir para explicar a operacionalização de uma ação ergonômica, a qual é estruturada em duas etapas, a saber: Instrução da demanda e Modelagem operante, as quais serão pormenorizadas a seguir.

#### *2.2.1.1 Instrução da demanda*

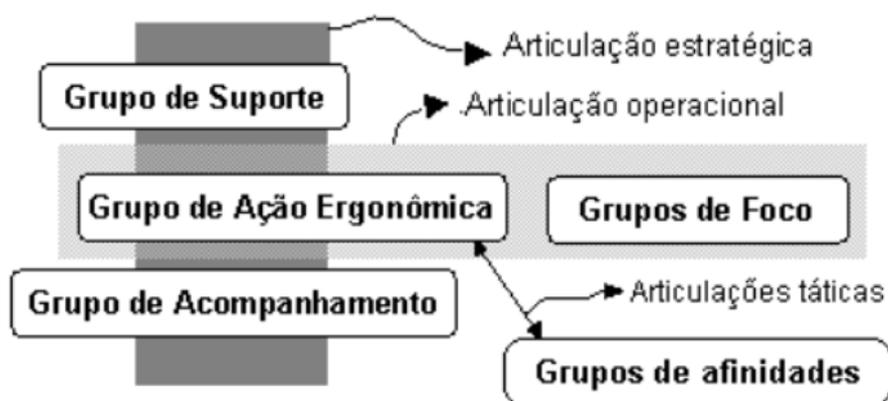
A Instrução da demanda se estabelece de forma social, participativa e interacional, objetivando a melhoria do relacionamento entre pessoas, tecnologia e organização do trabalho, sendo caracterizada por dois tipos de condução: uma condução microergonômica, junto aos agentes e operadores em uma situação específica e também uma condução macroergonômica, junto aos interlocutores responsáveis pelas mudanças dentro da organização (VIDAL, 2003), ou seja, a microergonomia estuda os problemas de forma localizada e seus impactos na atividade realizada pelo trabalhador. Já a macroergonomia estuda a organização de forma global, como por exemplo, no tocante às suas políticas e decisões estratégicas e os efeitos resultantes dentro da organização. Essa primeira etapa trata de estruturar as solicitações do demandante e os possíveis desdobramentos, sendo subdividida em quatro fases: Demanda gerencial, Análise global, Reconstrução da demanda e Demanda ergonômica.

A demanda gerencial é a primeira fase de uma ação ergonômica e consiste no recebimento da ideia geral demonstrada pelos gestores da organização sobre problemas que afetam situações de trabalho e a solução que eles desejam inicialmente. Nas fases subsequentes, estes objetivos iniciais serão ratificados ou convertidos em reais necessidades ergonômicas.

A etapa subsequente à demanda gerencial é a análise global, que tem como objetivo a compreensão da realidade laboral da organização, buscando ampliar o número de contatos bem como adquirir uma visão um pouco mais abrangente da produção. Para atingir este objetivo são utilizados dois tipos de métodos. Os métodos observacionais dizem respeito ao estabelecimento do contexto da organização, a localização de possíveis contingências operacionais, a lógica de produção, a um levantamento da situação ambiental, a uma análise organizacional quanto à prescrição de tarefas, a exigência do tempo, ao ritmo de trabalho, a uma análise da população além

do levantamento do clima organizacional (VIDAL, 2003). Já os métodos interacionais baseiam-se na ação conversacional, viabilizada pela escuta às verbalizações espontâneas dos trabalhadores e provocadas pelo profissional de ergonomia (SALDANHA et al., 2017). A exequibilidade destes métodos é sustentada pela construção social entre o profissional de ergonomia e os agentes da organização.

A construção social (VIDAL, 2003) é um dispositivo da metodologia de ação ergonômica que possibilita a interação entre as pessoas da empresa e a equipe de Ergonomia. A construção social é uma apropriação de um esquema de gerenciamento de projetos (PMBOK)<sup>4</sup> introduzido nas ações de Ergonomia. Sua idéia essencial é colocar as várias instâncias presentes na ação no mesmo esquema. Este torna possível localizá-las tanto na organização, para os tomadores de decisão e agentes de mudanças, quanto nas comunidades discursivas específicas, onde o conteúdo deve ser servido em registros lingüísticos apropriados. O papel do profissional de ergonomia é transmitido através deste dispositivo, demonstrando seu relacionamento com cada entidade da mesma estrutura (BONFATTI et al., 2015). A estrutura básica da construção social é mostrada na figura 2.



**Figura 2** – Articulações como condições necessárias e suficientes para o sucesso da ação ergonômica

Fonte: VIDAL (2003)

De acordo com Guizze (2011), ao passo que a construção social produz envolvimento, também proporciona a eficácia. A seguir será feito um detalhamento dos grupos atuantes durante a ação ergonômica:

<sup>4</sup> *Project Management Body of Knowledge*. (Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos). Documento elaborado pelo PMI (*Project Management Institute*) com o intuito de refletir as melhores práticas em gerenciamento de projetos.

- Grupo de Ação Ergonômica – é constituído pelos especialistas em Ergonomia que promovem a condução da ação ergonômica e as pessoas responsáveis pela ergonomia na empresa;
- Grupo de Suporte – é integrado por pessoas com poder de decisão na organização, a quem a equipe de ergonomia se reportará durante toda a ação;
- Grupo de Acompanhamento – O grupo de acompanhamento (GA) tem fundamento similar ao grupo de suporte, porém com uma natureza distinta, pois aqui se reúnem pessoas que tem delegação da alta direção para tomar decisões apenas nesse âmbito;
- Grupos de Foco – O grupo de foco é formado pelos trabalhadores locais que participam do levantamento dos dados e validação das constatações resultantes da análise das atividades.

Nesta fase, o profissional de Ergonomia já pode ter uma boa noção que os problemas expostos pelo representante da empresa, geralmente alguma pessoa da alta direção, representa apenas um pedaço do que corresponde de fato a situação de trabalho. Diante disso, a demanda gerencial poderá ser reconstruída para as situações de trabalho que realmente necessitam de intervenção, a partir das observações e interações do profissional de ergonomia, o que irá compor a demanda ergonômica.

A demanda ergonômica é analisada por meio de visitas de acompanhamento da rotina dos técnicos e identificação dos observáveis buscando compreender o distanciamento entre as atividades prescritas das atividades realizadas.

#### *2.2.1.2 Modelagem Operante*

Esta etapa visa descrever a atividade dos trabalhadores, incluindo as posturas, o fluxo de informação, a tomada de decisão e as variabilidades e regulações no processo de trabalho. A modelagem operante está subdividida em cinco fases: Focalização, Pré-diagnóstico, Sistematização, Modelo operante e Validação e restituição.

A focalização de uma atividade particular se constrói em torno do conceito de regulações, isto é, a forma como os operadores lidam com os determinantes e através da identificação dos fatores de carga de trabalho. Dentre todas as situações de trabalho abordadas durante a análise global com o intuito de verificar a situação que realmente

precisa de intervenção, o profissional de ergonomia lança mão de ferramentas analíticas, dentre elas a denominada EAMETA.

A ferramenta EAMETA tem como objetivo proporcionar uma orientação inicial do olhar do profissional de ergonomia quando colocado diante da variedade e diversidade dos constituintes das situações de trabalho (BONFATTI; VIDAL, 2017). Esta ferramenta é utilizada para avaliar seis aspectos em situações de trabalho da seguinte forma:

- **Espaço:** Compreende os recursos físicos do espaço de trabalho. Por exemplo: altura do pé direito, área de circulação, área do posto de trabalho, presença de janelas, divisórias, layout, acesso, localização e sinalização;
- **Ambiente:** Compreende elementos, circunstâncias ou condições do espaço de trabalho e como interferem no desempenho no trabalho. Por exemplo: Iluminação, cores, beleza, ruído, vibração, temperatura, odores, poeiras, ventilação e humanização;
- **Mobiliário:** Inclui os móveis e objetos que as pessoas utilizam para realizar suas atividades. Por exemplo: bancadas, cadeiras, armários, arquivos e lixeira;
- **Equipamento:** Inclui ferramentas utilizadas pelos profissionais para realizar suas atividades: Por exemplo: monitores, teclado, *mouse*, telefone e rádio;
- **Tarefa:** compreende regras, regulamentos, procedimentos e objetivos que determinam as funções dos trabalhadores;
- **Atividade:** Compreende as etapas necessárias que os trabalhadores devem executar para realizar seus objetivos.

Para a aplicação dos quatro primeiros aspectos (EAME), um conjunto de trabalhadores deve ser selecionado para entrevistas nas quais eles opinam sobre as situações de trabalho, classificando cada um dos aspectos numa escala desde Muito Ruim (MR) até Ótimo (O) ou pontuando de 0 a 10. O profissional de ergonomia responsável pela análise também avalia e classifica a situação de trabalho de acordo com a mesma escala. O ponto de referência é a nota atribuída pelo trabalhador, que balizará se o pesquisador superestimou ou subestimou um fator. Após, o profissional de ergonomia se reúne com os trabalhadores que participaram da entrevista com o objetivo de confrontar as avaliações do profissional de ergonomia e dos trabalhadores, de maneira que seja possível identificar os pontos de divergência ou convergência, o que motivará o desencadeamento de diversas verbalizações por parte dos trabalhadores

acerca dos itens. Estas verbalizações constituem um bom início para a extração de um quadro de exigências, o que orientará a formulação de recomendações mediante restituição e validação posterior com o intuito de validar o resultado da avaliação (BONFATTI; VIDAL, 2017).

Em seguida, a ação se desdobra para a compreensão da tarefa e da atividade realizada no setor. A compreensão da tarefa se dá a através da interação com o chefe de manutenção. A partir das conversas realizadas com o chefe de manutenção, espera-se ter uma ideia da tarefa como ela é imaginada que seja executada pelos técnicos de manutenção.

Após esta etapa, a interação é feita com os técnicos de manutenção com o objetivo de captar a ideia de como realmente a atividade é realizada. Decorrente desta interação é estruturado um quadro de exigências, nos aspectos físico, cognitivo e organizacional (quadro 2).

**Quadro 2 - Elementos da Tarefa x Atividade**

<b>Exigências</b>	<b>Aspectos</b>
Físicas	Auditivas
	Posturais
	Visuais
	Uso de força
	Fonação
Cognitivas	Atenção
	Memória
	Raciocínio
	Decisão
Organizacionais	Pressão temporal
	Divisão de tarefas
	Interrupções/ Interferências
	Comunicação/ Cooperação
	Ajuda dos colegas

**Fonte:** VIDAL (2003)

Contudo, no contexto da manutenção predial, as intervenções de manutenção se iniciam a partir de uma situação fora da oficina, o que impede a utilização integral do instrumento EAMETA. Neste caso a ferramenta utilizada é uma variante do EAMETA que foi aplicada com sucesso no caso da manutenção de linhas de transmissão (ARCURI, 2016). O LICTA (Lugar, Instrumentação, Clima, Tarefa e Atividade) se mostrou mais adequado ao contexto em questão, pelo fato das atividades executadas

fora da oficina, apresentarem características operacionais diferentes daquelas de um posto de trabalho convencional, que apresentam, por exemplo, um mobiliário definido.

Portanto, é importante realçar que a utilização da ferramenta pode e deve ser adaptada para as diferentes situações de trabalho desde que seja preservada sua estrutura Principal, através da modificação dos seus aspectos. No presente estudo, os aspectos LIC- foram adaptados à realidade da manutenção predial, como pode ser observado no quadro 3.

**Quadro 3 - Aspectos do LIC-**

LUGAR	INSTRUMENTO	CLIMA
Transporte a pé	Acesso ao equipamento	Chuva
Dificuldade de se localizar	Equipamento de transporte	Radiação solar
Relacionamento com os clientes	Ferramental	
Segurança	Comunicação	

Resultante da etapa de focalização etapa, um pré-diagnóstico pode ser elaborado, consistindo em apontar, de forma preliminar e hipotética como se processam as regulações em situação real de trabalho.

A sistematização consiste em levantar evidências, baseado em um plano de observações sistemáticas da atividade escolhida como foco de análise, que sustentarão ou corrigirão as hipóteses consideradas no pré-diagnóstico. A sistematização desenvolvida neste estudo se fundamenta em uma análise qualitativa, a qual possibilita uma série de anotações através da observação e registro de aspectos positivos e negativos, análise de dados e entrevistas com os funcionários dos grupos de foco selecionados.

O modelo operante consiste na representação da atividade observada, onde podem ser utilizados fluxogramas ou mapofluxogramas e são complementados pela avaliação dos observáveis, pelo delineamento de argumentações plausíveis e finalizando com a elaboração de uma lista de problemas e suas respectivas oportunidades de melhoria.

Durante a fase de validação e restituição os resultados e as recomendações de melhoria são verificados e negociados com as partes interessadas na ação ergonômica, ou seja, todas as pessoas que compõem a construção social.

O quadro 4 apresenta, em síntese, as fases da ação ergonômica que foi utilizada neste estudo, a qual foi composta por um conjunto de visitas técnicas aos locais, ação conversacional com os funcionários e exame da documentação existente sobre os locais apreciados combinados com um trabalho eficiente de retaguarda da equipe do laboratório.

**Quadro 4 – Síntese das fases da Ação Ergonômica**

<b>Etapas</b>	<b>Fases da ação ergonômica</b>	<b>Descrição</b>	<b>Natureza</b>
<b>Instrução da demanda</b>	Demanda gerencial	Referências de situações percebidas pelos gestores da organização para análise do profissional de ergonomia	Gênese de contatos, visitas e reuniões
	Análise global	Estudo realizado pelo profissional de ergonomia sobre elementos gerais da organização do trabalho na empresa, a fim de conhecê-la e iniciar o direcionamento para o setor que será foco da análise.	Estudo de campo e depuração dos dados
	Reconstrução da demanda	Nesta fase será executado um alinhamento com o corpo gestor da organização frente à nova perspectiva decorrente dos problemas levantados pelo profissional de ergonomia, baseado nas observações e nos relatos dos trabalhadores.	Exame, priorização e deliberação (reuniões)
	Demanda ergonômica	Aquela que será devidamente trabalhada em comum acordo entre o profissional de ergonomia e o corpo gestor da organização.	Relatório
<b>Modelo Operante</b>	Focalização	Direcionamento da análise ergonômica para uma determinada atividade aonde serão colocadas as lentes com o intuito de se realizar uma análise qualitativa das atividades que permita a elaboração do pré-diagnóstico.	Estudo de campo
	Pré-diagnóstico	Enunciados especulativos e afirmações provisórias decorrentes da análise focada de uma atividade.	Relatório
	Sistematização	Registro de dados a partir de manifestações concretas da realidade a partir de observáveis previamente selecionados.	Estudo de campo
	Modelo operante	É o resultado decorrente das observações sistemáticas realizadas na fase anterior.	Relatório
	Validação e Restituição	Legitimação do que foi proposto (validação) e entrega dos resultados oriundos da realização da ação ergonômica (restituição).	Reunião

## ***2.2.2 Procedimentos para coleta e registro de dados***

A coleta de dados se utilizou de três fontes: observação etnográfica, análise documental e ação conversacional. A coleta de dados em campo ocorreu entre os meses de março e agosto de 2018, através de visitas e reuniões, em dias e turnos diferentes. As observações foram registradas em fotos, vídeos e em um diário de notas de campo.

### ***2.2.2.1 Observação etnográfica***

A técnica de observação etnográfica (EMERSON et al., 2011) requer que o pesquisador olhe o comportamento das pessoas na situação de trabalho e registre-o de alguma forma, de modo que possa ser analisado e interpretado posteriormente. A principal vantagem da observação é o seu realismo, uma vez que entrevistas e questionários podem introduzir distorções na situação pesquisada, pois as pessoas podem "falar uma coisa e fazer outra". Esta técnica também apresenta desvantagens, isto é, a simples presença do operador pode provocar alterações na situação de trabalho observada (IIDA, 2005). Stanton et al. (2005) aponta que o comportamento das pessoas pode mudar em decorrência de se estar sendo observado. As pessoas observadas podem distorcer os resultados, já que elas podem realizar uma representação que não é puramente a realidade de modo que estes dados coletados podem comprometer a confiabilidade e a validade das observações.

A fim de reduzir a ocorrência destes efeitos, algumas precauções devem ser tomadas para a condução de um estudo observacional, dentre as quais se destacam: Determinar a atividade a ser observada; tipos de comportamentos a serem observados, além de passar algum tempo com os observados, de modo que as pessoas em observação se acostumem com a presença do observador voltando a se comportar naturalmente. Outra precaução defendida por Iida (2005) é que o observador deve se colocar em uma posição que seja pouco notado, evitando-se contatos visuais ou comentários sobre a tarefa com o observado.

Neste trabalho, a tática de se colocar em uma posição que seja pouco notado, conforme defendido por Iida (2005), não pode ser utilizada, diante da peculiaridade da atividade, que não é realizada em um posto de trabalho tradicional. Neste sentido, para viabilizar o processo de observação da atividade, buscou-se de forma intensa o fortalecimento da construção social, através da aproximação com os grupos de foco com o intuito de se fazer comum entre os trabalhadores. Para “quebrar o gelo” com os

trabalhadores e facilitar a ação ergonômica, adotou-se um protocolo formal de abordagem, explicando em detalhes o motivo da pesquisa, os papéis e responsabilidades durante a pesquisa. A coleta através da observação se deu através da observação direta da atividade.

#### 2.2.2.2 *Análise documental*

A análise documental consistiu em analisar o manual da qualidade e os fluxogramas de processo de trabalho como para uma posterior comparação com o trabalho como realizado. Durante o trabalho, foram disponibilizados alguns documentos que foram utilizados na análise. Uma breve descrição é detalhada a seguir:

- **Manual da Qualidade:** É um manual elaborado conforme os requisitos da norma NBR ISO 9001:2015 e controlado pela assessoria de processos da Diretoria de Planejamento, Administração e Desenvolvimento Institucional (DPADI). Nele constam a estrutura organizacional, as atribuições dos agentes envolvidos no Sistema de Gestão da Qualidade e os itens referentes ao cumprimento dos requisitos da qualidade. Este documento foi utilizado para descrever a organização sob estudo, conforme apresentado na seção 4.1.
- **Processos de manutenção:** São fluxogramas elaborados e controlados pela assessoria de processos. Estes documentos foram utilizados para se obter a compreensão do trabalho como imaginado pela gestão, sendo relevante para constituir uma confrontação entre tarefa *versus* atividade.

#### 2.2.2.3 *Ação conversacional*

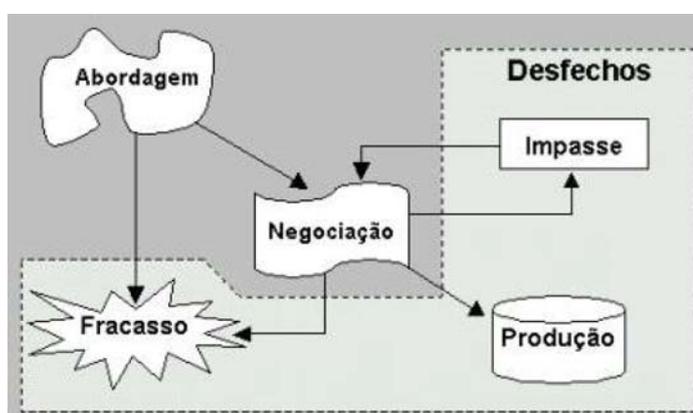
Em Ergonomia, antes de assinalar qualquer intervenção de melhoria, é preciso compreender o trabalho que está sendo executado, como é pregado por Gérin et al. (2001) na obra “compreender o trabalho para transformá-lo”. Desta forma, para compreender o trabalho e poder sugerir melhorias que venham dar uma parcela de transformação positiva, é preciso abrir caminho para extrair informações dos trabalhadores. Neste ponto é que entra a contribuição da ação conversacional.

A ação conversacional é um método de diálogo com as pessoas atuantes no setor, mediante um roteiro previamente estabelecido (VIDAL; BONFATTI, 2003). Segundo Vidal et al. (2011), este método pressupõe uma conversa dinâmica composta de momentos distintos: a abordagem, a negociação e os desfechos.

A abordagem é o momento da abertura do processo, com trocas de padrões de fala que permitem a continuação de interações verbais. É nesta fase que se anunciam os papéis e motivações iniciais e se mapeiam as primeiras posições no jogo conversacional que irá se desenvolver. Em síntese, uma abordagem feita de forma inadequada conduz ao fracasso, enquanto, uma abordagem bem realizada facilita uma negociação interativa, que é a próxima etapa da conversação.

A negociação é caracterizada pelo repertório da interação, aonde o produto resultante permitirá avançar ou recuar dentro do espectro da conversa. É preciso saber ouvir e fazer colocações de forma cautelosa, cuidando para não fragilizar a construção social. É importante ter, mentalmente, um roteiro previamente estabelecido com uma lista de tópicos a serem discutidos, mas sem o formalismo direcional de uma entrevista. Deste processo decorre o desfecho da interação: fracasso, impasse ou produção (figura 3).

Estes desfechos poderão ser totalmente improdutivos (fracassos) em virtude de uma abordagem mal realizada. A segunda possibilidade de desfecho é o fracasso, por conta de uma negociação mal realizada. De outro modo, mesmo numa negociação bem realizada, durante o curso do trabalho podem ocorrer situações de impasse, situações essas que o trabalhador se sente desconfortável com a presença do profissional de ergonomia. Neste caso é preciso retomar a negociação com o intuito de garantir a continuidade do trabalho. Caso contrário, pode ocorrer a ruptura e a não concretização do trabalho. Por fim, uma abordagem bem-sucedida, seguida de uma negociação satisfatória, conduz à geração de um resultado positivo. A produção é quando os diálogos e dialogismos combinam uma produção conjunta de declarações até então inéditas naquela organização (BONFATTI et al., 2015).



**Figura 3** - Etapas e rumos da Ação Conversacional  
Fonte: VIDAL et al. (2011)

A ação conversacional se subdivide em escuta ampliada e conversação situada. A escuta ampliada se direciona para as informações difundidas de forma ampla (*broadcast*), ou seja, para verbalizações e comentários realizados entre as pessoas presentes no local, em geral não necessariamente dirigidos ao profissional de ergonomia. Ideias, julgamentos e outras inferências do profissional de ergonomia devem ser anotadas à parte para algum uso futuro, seja ele, efetivo na proposta de mudança ou para uma reflexão pessoal (VIDAL, 2003).

A conversação situada é caracterizada pelos diálogos que se realizam no curso da situação específica, ou seja, de interações em contexto de análise do trabalho (VIDAL, 2003; VIDAL et al., 2011). A conversação situada pode ser de dois tipos: exploratória (conversação livre) ou estruturada. A conversação exploratória não segue nenhum roteiro estabelecido e geralmente ocorre após um giro pela organização com a finalidade de mapear os locais de trabalho (MOREIRA, 2014).

A conversação estruturada é realizada mediante um roteiro previamente estabelecido, elaborado a partir de um questionário realizado durante a etapa inicial da ação ergonômica (MOREIRA, 2014). O autor ressalta ainda que este roteiro não se constitui numa ordem de perguntas, mas uma lista de assuntos pertinentes que se buscará tratar. A técnica almeja proporcionar um ambiente colaborativo de modo que o trabalhador se expresse livremente, situação na qual o profissional de ergonomia deverá intervir o mínimo necessário, sempre no sentido de manter a conversação sem rupturas ou impasses.

As situações dialógicas na conversação situada são múltiplas e variadas (MOREIRA, 2014). De acordo com a configuração interacional entre os atores observados, entre os atores e o profissional de ergonomia e entre os membros da equipe de ergonomia, é proposta uma lista de recomendações para cada situação de conversa orientando as interações para a compreensão da atividade de trabalho na perspectiva de assinalar pontos e oportunidades para sua transformação positiva. Os tipos de interação foram categorizados em negociais, contextuais, relacionais e depurativos, como é ilustrado pelo quadro 5 (VIDAL et al., 2011).

**Quadro 5 - Tipologias da ação conversacional situada**

<b>Interação orientada</b>	<b>Cenário de interação</b>	<b>Eventos interacionais</b>	<b>Táticas discursivas</b>	<b>Resultados que se possa obter</b>
<b>Negociais</b>	Desconhecimento Desconfiança	Obstáculos Impedimentos  Defensivas	Esclarecimento progressivo  Adequação terminológica  Interações por afinidades  Sequência oportunística	Visitas acompanhadas  Interlocuções designadas
<b>Contextuais</b>	Restrição	Demanda reprimida  Discurso latente	Inversão de papéis  Dispersão de assuntos	Convergência gradual Redirecionamento
	Ampliação	Centralização de fala  Sugestões de temas	Contextualização sistematizada  Contra-pontuação	
<b>Relacionais</b>	Progressão Ruptura	Equívocos  Invalidação  Omissões	Escuta respeitosa  Positivização  Desvio de conversa	Confiança mútua  Informações espontâneas  Depoimentos voluntários
<b>Depurativas</b>	Mensurações Tabulações	Grupos de foco  Análise coletiva	Relatório a quente  Relatório a frio	Relatório compartilhado  Revisão do líder

**Fonte:** VIDAL et al. (2011); MOREIRA (2014)

Seja qual for a tipologia da interação, é importante manter o fio condutor com o interlocutor, conforme realçado por Vidal (2003):

“A pragmática de conversação deve ser a do *oportunismo cuidadoso*, ou seja, estimular um assunto, quando ele surge, sem forçar este surgimento, nem tampouco insistir caso se perceba alguma hesitação da parte do interlocutor. Da mesma forma, deve-se adotar uma atitude tolerante na interação acerca de assuntos aparentemente desinteressantes já que o fluxo da conversação é, por definição, desconhecido”.

Neste trabalho, a ação conversacional se deu a partir das informações coletadas durante observação etnográfica com o objetivo de confirmar detalhes observados e acrescentar outros que não foram captados. Este método foi utilizado com os técnicos de manutenção em ar-condicionado e com o chefe de manutenção.

Com os técnicos de manutenção em ar-condicionado, as conversas ocorreram principalmente durante o percurso entre o Centro de Manutenção e o local de trabalho e durante a execução das atividades. Buscou-se interferir o mínimo na atividade dos

profissionais, de modo que comentários entre os técnicos, que por repetidas vezes me pareceram difusos, foram anotados no diário de campo e questionados ao final da atividade. Já as conversas com o chefe de manutenção se deram durante o curso da atividade de emissão de ordem de serviço.

Foi utilizada como forma de registro a fotografia ergonômica, que é uma convenção fotográfica com regras de enquadramento e de tipo de imagem a registrar. A fotografia é um instrumento de apoio e de complemento aos resultados da ação conversacional. Esta convenção faz recomendações sobre o tipo de orientação (retrato ou paisagem), dos pontos de foco da imagem e dos cuidados do contorno da imagem, e.g, sempre que possível enquadrar o trabalhador de corpo inteiro, dentre outros preceitos.

#### *2.2.2.4 Relatórios “a quente” e relatórios “a frio”*

Os relatórios de ergonomia são importantes para registrar, de forma organizada, dos achados que foram verificados pelo profissional de ergonomia, durante as visitas de campo. Um dos pontos altos destes relatórios é promover a convergência das óticas de cada membro da equipe de ergonomia. Para Stanton et al. (2005), quando observamos algo, como devemos garantir que os outros membros da equipe estão vendo a mesma coisa? Para os autores, é importante coletar observações que possam ser interpretadas e aplicadas por outros membros da equipe. Neste sentido, os relatórios “a quente” e “a frio” (VIDAL, 2003) configuram uma importante ferramenta de auxílio à ação ergonômica.

Os relatórios “a quente” são descrições instantâneas e individuais de observação e interações que cada pessoa da equipe de ergonomia deve produzir, a partir da visão pictórica do processo de trabalho e também da coleta de propósitos verbais aflorados no local da ação ergonômica. Estes relatórios devem ser produzidos no mesmo dia da visita ou sessão de observação, aonde cada membro da equipe deve elencar uma série de tópicos relativos às percepções de cada um, que serão em seguida discutidos pela equipe assim reunida.

Os relatórios a frio são obtidos a partir dos relatórios “a quente” de cada integrante da equipe, que se reúne posteriormente para compartilhar as descrições sumariadas nos registros individuais. Esta etapa permite uma revisão do processo observado e acrescentar algum detalhe omitido no relatório a quente (VIDAL, 2003).

Neste trabalho os relatórios a frio foram elaborados dentro de dois dias após uma visita de campo.

### **2.2.3 Ergonomia e qualidade: O que e por quê?**

Ergonomia e qualidade apresentam muitas semelhanças em relação aos seus objetivos (HELANDER; BURRI, 1995, EKLUND, 1999), porém divergem quanto aos meios utilizados. Hignett et al. (2015) abordam que uma ação de melhoria da qualidade deseja inserir mudanças no sistema, que contribuam para atendimento aos requisitos do cliente, que é o objetivo central de um Sistema de Gestão da Qualidade. Não obstante, uma ação ergonômica busca analisar as interações das pessoas com a tecnologia, a organização e o ambiente, objetivando intervenções e projetos que visem melhorar de forma integrada e não dissociada, a segurança, o conforto, o bem-estar e a eficácia das atividades humanas, que é o objetivo central da Ergonomia.

A literatura sobre gestão da qualidade divide as práticas de gestão da qualidade total em dois grupos, a saber: fatores técnicos e fatores humanos. O grupo de fatores técnicos enfoca ferramentas e processos de trabalho, como projeto de produtos, gestão de processos e controle de melhoria contínua. Por outro lado, o grupo de fatores humanos lida com os elementos intrinsecamente humanos da gestão da qualidade, como liderança, envolvimento das pessoas, treinamento, foco no cliente, trabalho em equipe, comunicação, relações com fornecedores e reconhecimento (HABTOOR, 2016).

Em se tratando da Ergonomia, Vidal et al. (2011) afirmam que a disciplina atua como ponte entre as ciências físicas e as ciências humanas, concretizando-se nas áreas de projetos (engenharia, arquitetura e *design*), de gestão (qualidade, produtividade) e de recursos humanos (treinamento, segurança e saúde).

Neste sentido, a Ergonomia, por ser uma disciplina multidisciplinar, consegue estabelecer uma vinculação entre a área humana com as diversas outras áreas que compreendem a estruturação de um SGQ. Por exemplo, no projeto de um posto de trabalho, a alocação de balcões de atendimento ao cliente e computadores em determinados locais, irá influenciar inevitavelmente o conforto, a segurança e a eficiência das pessoas que trabalham nesses postos. Estas considerações ergonômicas podem influenciar a qualidade do produto ou serviço que está sendo desenvolvido neste posto (KARAPETROVIC, 1999).

Para o autor, a existência de um programa de ergonomia dentro da organização, com auditorias ergonômicas planejadas e ações corretivas, certamente irão identificar e corrigir algumas deficiências que outrora não foram definidas como um problema, como por exemplo, um funcionário ter que se abaixar para ligar o computador. Neste sentido, Karapetrovic (1999) defende ainda que, para que um Sistema de Gestão da Qualidade seja implantado com custo mínimo e máximo de benefícios, a solução talvez esteja na integração do SGQ com um programa de Ergonomia.

Para Misztal (2015), a implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade exige a tomada de decisão quanto às medidas necessárias para adaptar o atual estado de funcionamento das diversas áreas da organização, para atingir um estado desejado. Para a consecução deste objetivo, uma ação ergonômica é a maneira pela qual é possível verificar o encaminhamento de mudanças necessárias à conformidade dos temas convencionados em normas, para a certificação de sistemas de gestão (VIDAL, 2003).

No contexto da manutenção predial, para exemplificar a relação da qualidade com a ergonomia, podemos ressaltar a importância de se considerar a manutenibilidade dos equipamentos e sistemas diversos presentes em uma estrutura predial. A manutenibilidade é a característica de um equipamento ou conjunto de equipamentos que permite a execução dos serviços de manutenção em maior ou menor grau de facilidade (KARDEC; NASCIF, 2009). Os autores abordam ainda que os meios de acesso, por exemplo, (escadas, passarelas, portas de inspeção e espaços necessários para fazer regulagens) é o item menos observado no projeto do ambiente e é o que mais causa problemas à manutenção. Neste sentido, a concepção de espaços, que garantam níveis de manutenibilidade aceitáveis, reduz a carga de trabalho sobre os técnicos de manutenção, os índices de acidentes de trabalho, além de contribuir substancialmente para a melhoria do ambiente de trabalho e a satisfação dos funcionários (SHEIKHALISHAHI et al., 2016). Adicionalmente, propiciam ambientes para realização dos processos condizentes com a norma ISO 9001:2015, conforme preconizado enfaticamente no item 7.1.4.

A próxima seção aborda os conceitos de Sistemas de Gestão adotados pelas organizações e, mais especificamente, sobre o Sistema de Gestão da Qualidade, que é o cerne do problema que está sendo discutido nesta dissertação.

## 2.3 SISTEMAS DE GESTÃO

Diante da competitividade do mercado que as empresas se inserem, a cada dia mais estas empresas se veem obrigadas a adequarem seus modos gestão, como forma de se manterem no páreo dos negócios. Esta exigência faz com que as empresas recorram à adoção de sistemas de gestão, geralmente aqueles que são regulados por normas internacionais. Os sistemas de gestão surgiram como uma forma de auxiliar a melhoria contínua das organizações, colaborando com a formação de uma estrutura que contribui para o gerenciamento de uma área específica (POLTRONIERI et al., 2017).

Um sistema de gestão compreende um conjunto de recursos e processos utilizados para alcançar um objetivo pretendido (KARAPETROVIC; WILLBORN, 1998). Os elementos de um sistema de gestão estabelecem a estrutura, papéis responsabilidades, planejamento, operação, políticas, práticas, regras, crenças, objetivos da organização e os processos necessários para alcançar estes objetivos (ABNT, 2015).

Visando o reconhecimento pelas partes interessadas no negócio, as empresas adotam normas para reger seus sistemas de gestão, como por exemplo: a ISO 9001, que estabelece requisitos para Sistemas de Gestão da Qualidade; a ISO 14001, que estabelece requisitos para Sistemas de Gestão Ambiental; a OHSAS 18001, que estabelece requisitos para Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho, sendo substituída pela ISO 45001, que foi lançada em 2018 e a NBR 16001, que estabelece requisitos para Sistemas de Responsabilidade Social. No entanto, a NBR 16001 é um padrão nacional brasileiro e não é reconhecida mundialmente como a ISO 26000.

### *2.3.1 O Sistema de Gestão da Qualidade*

A gestão da qualidade evoluiu ao longo do século XX, passando por quatro estágios marcantes: a inspeção do produto, o controle estatístico da qualidade, os sistemas de garantia da qualidade e a gestão estratégica da qualidade.

Os movimentos da Qualidade surgiram no Japão pós-guerra, na década de 1950, inspirando o milagre industrial do país, tendo evoluído ao longo de décadas. Até o início dos anos 50, a qualidade do produto era entendida como sinônimo de perfeição técnica, ou seja, resultado de um projeto e fabricação que conferiam perfeição técnica ao produto. A partir da década de 50, com a divulgação dos trabalhos realizados por

Joseph Juran, William Deming e Armand Feigenbaum, percebeu-se que a qualidade deveria estar associada não apenas ao grau de perfeição técnica, mas também ao grau de adequação aos requisitos dos clientes (MIGUEL et al., 2009).

Sob a perspectiva da qualidade, requisitos são características solicitadas pelos clientes e podem abranger necessidades sobre um produto ou um serviço. Entretanto, muitas vezes estas necessidades não são totalmente percebidas até ter adquirido um produto ou serviço. Por exemplo, somente após a aquisição de um telefone celular é que se tem noção de que é necessário ter as mãos livres para usá-lo enquanto se dirige um carro (HOYLE, 2001).

A norma NBR ISO 9000:2015 define requisito como:

“Necessidade ou expectativa que é declarada, geralmente implícita ou obrigatória. [...] geralmente implícita significa que é um costume ou prática comum para a organização e partes interessadas que a necessidade ou expectativa sob consideração esteja implícita” (ABNT, 2015).

Os Sistemas de Gestão da Qualidade, elaborados segundo as normas da família ISO 9000, são resultados importantes dessa evolução, que tem sido largamente adotada por inúmeras organizações no Brasil e no exterior, como parte da estratégia das empresas para ganhar ou aumentar a competitividade.

A gênese da certificação de um SGQ inicia sua trajetória com a implantação do sistema, o que requer o atendimento de forma satisfatória e o amadurecimento quanto aos requisitos estabelecidos pela norma ISO 9001. A implementação de um SGQ, em conformidade com os requisitos da ISO 9001, envolve a documentação e implementação dos procedimentos operacionais, treinamento, auditoria interna e procedimentos de ação corretiva (LEVINE; TOFFEL, 2010).

Há essencialmente quatro razões principais que explicam porque as empresas implementam um Sistema de Gestão da Qualidade: melhorar a imagem e a reputação da empresa no exterior, atender a demanda externa e as pressões do mercado, facilitar e simplificar procedimentos e contratos entre a empresa e seus clientes e, em última instância, aumentar a produtividade e controle interno da empresa (TSIOTRAS; GOTZAMANI, 1996 *apud* TEXEIRA GUIRÓS; JUSTINO, 2013).

Miguel et al. (2009) apontam que clientes satisfeitos representam faturamento, boa reputação, novos pedidos e resultados positivos para o negócio, bem como a manutenção dos empregos. Ao contrário, um cliente insatisfeito pode resultar em perda

da reputação, além da dificuldade de conseguir novos contratos, que se traduz em perda de faturamento e dificuldade de se manter no mercado.

Portanto, para garantir o atendimento dos requisitos do cliente e, simetricamente, otimizar a produção, é requerido um grande esforço de gestão para racionalização e padronização do trabalho, visando à melhoria dos resultados em todas as etapas do processo de realização produção. Logo, para a materialização deste esforço de gestão, é fundamental que haja total comprometimento de todos os atores envolvidos no processo, especialmente da liderança, com esses propósitos (MIGUEL et al., 2009).

Para estruturar um SGQ com base na ISO 9001:2015, a organização que pretende adotá-lo deve se atentar para os sete princípios que fundamentam a norma: foco no cliente, liderança, engajamento das pessoas, abordagem de processo, melhoria, tomada de decisão baseada em evidência e gestão de relacionamento (ABNT, 2015). Estes princípios estão detalhados a seguir:

- a) **Foco no cliente:** O foco no cliente compreende o esforço para satisfazer os seus requisitos bem como em exceder as suas expectativas, o que significa que a organização deve entender as necessidades e expectativas do cliente e de todas as partes interessadas, comunicar todas estas necessidades e expectativas por toda a organização, disponibilizar os recursos necessários para satisfazer os clientes e também analisar e monitorar sua satisfação (JASIULEWICZ-KACZMAREK, 2016; HOYLE, 2007). Os requisitos dos clientes são variados, dependendo do setor e do mercado de atuação da empresa, entretanto, de forma generalizada, correspondem a uma combinação de: qualidade do produto ou serviço, prazo de entrega, pontualidade na entrega, boa reputação da marca, bom atendimento, adequação ambiental, preço entre outros (MIGUEL et al., 2009). Portanto, o passo inicial para a estruturação de um SGQ é identificar os requisitos e exigências do cliente. Se esta análise for negligenciada, a eficiência do sistema de gestão pode ficar fragilizada o que acarretará custos que não agregarão valor à organização.
- b) **Liderança:** O papel da liderança é estabelecer novas expectativas para a implantação melhores práticas operacionais, explicando seus benefícios para a força de trabalho através do provimento de treinamento e recursos de modo a materializar essas práticas (JASIULEWICZ-KACZMAREK, 2016). A liderança não deve ser tratada somente nos cargos gerenciais ou de supervisão, mas em todos os níveis da empresa.

- c) **Engajamento das pessoas:** A norma NBR ISO 9004:2010 destaca que as pessoas são a essência de uma organização e seu pleno envolvimento possibilita à própria organização usufruir das habilidades pessoais de cada um (ABNT, 2010). Assim sendo, um SGQ depende fortemente da capacitação e motivação das pessoas envolvidas, o que requer que a organização gerencie de forma eficiente os seus recursos materiais e humanos com o intuito de produzir atendimento aos requisitos da norma ISO 9001, além de ensejar a redução de desperdícios (MIGUEL et al., 2009).
- d) **Abordagem de processo:** A abordagem de processo é caracterizada, de forma sistemática, pela definição e a gestão de processos e suas interações para alcançar os resultados pretendidos de acordo com a política da qualidade e com o direcionamento estratégico da organização (ABNT, 2015). O objetivo da abordagem de processo é melhorar a eficácia e eficiência da organização na realização de seus objetivos definidos. Ao adotar a abordagem de processo para as atividades de manutenção, é simetricamente importante a identificação e caracterização de cada processo. A caracterização geralmente inclui a definição dos seguintes fatores universais de processo: (Como?); Recursos Humanos (Com Quem?); Máquinas / equipamentos e materiais (Com o que?); Métricas (com quais critérios-chave?) (JASIULEWICZ-KACZMAREK, 2016).
- e) **Melhoria:** Segundo a NBR ISO 9000:2015, melhoria é definida como um conjunto de atividades que as organizações realizam para melhorar seu desempenho, ou seja, obter melhores resultados. As medidas de melhoria devem ser vistas como condição imprescindível para melhorar a eficiência operacional, podendo variar desde pequenos aprimoramentos de processo a melhorias contínuas (GORNY, 2017). Os métodos de melhoria empregados envolvem aprimoramento da qualidade do produto final, redução do tempo de entrega, redução do tempo dos processos, incremento na eficácia e eficiência da infraestrutura, redução do desperdício e aumento da flexibilidade do negócio (JASIULEWICZ-KACZMAREK, 2016).
- f) **Tomada de decisão baseada em evidência:** A norma NBR ISO 9000:2015 aponta que, entre os principais benefícios da tomada de decisão baseada em evidências, podemos destacar o aprimoramento nos processos de trabalho, o aumento da capacidade de atingir os objetivos, a melhoria no desempenho do processo, a melhor eficiência e eficácia operacional, a maior capacidade de

revisão e de enfrentar desafios, a maior capacidade de mudança de opiniões e a maior capacidade de demonstrar a eficácia das decisões passadas (ABNT, 2015).

- g) Gestão de relacionamento:** As organizações devem gerenciar o relacionamento com todas as partes interessadas, visando o sucesso sustentado (ABNT, 2015). Este princípio requer, entre outras proposições, que as pessoas da organização reconheçam quais partes interessadas contribuem ou ameaçam o sucesso sustentado. Para partes interessadas que ameaçam o sucesso da organização devem ser estabelecidas ações para mitigar os efeitos destas ameaças. Além disso, deve ser estabelecido um entendimento claro das necessidades e expectativas de todas as partes interessadas, através da abertura de um canal de comunicação com estas partes (HOYLE, 2017).

Estes sete princípios são os pilares de sustentação de um Sistema de Gestão da Qualidade. Portanto, para se garantir o atendimento aos requisitos dos clientes e, ao mesmo tempo, a eficiência do negócio por meio da redução dos desperdícios e os custos da não qualidade, (MIGUEL et al., 2009) torna-se imprescindível para a organização, a observação destes princípios, os quais representam os fatores de sucesso ou insucesso da organização.

#### *2.3.1.1 A certificação ISO 9001:2015*

Existem diferentes sistemas para garantir a qualidade, mas o reconhecido internacionalmente é o que se remete aos conceitos da ISO 9000. A família das normas ISO 9000 representam um consenso internacional sobre práticas de gestão com o objetivo de garantir o fornecimento de produtos e serviços que atendam aos requisitos do cliente. Por conseguinte, servem como referências para a implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade e consequentemente para a certificação deste sistema (TEXEIRA GUIRÓS; JUSTINO, 2013).

A norma de requisitos ISO 9001 foi lançada em 1987, baseada nas normas britânicas da qualidade e nas contribuições de especialistas de diversos países, com o intuito de facilitar as relações de comércio internacional, a fim de se chegar a um consenso sobre o critério de qualidade adotado pelas empresas. O objetivo principal das normas de Sistemas de Gestão da Qualidade é padronizar os sistemas gerenciais e organizacionais. Foi submetida a quatro revisões, 1994, 2000, 2008 e agora a quinta edição, publicada em 2015.

Na sua versão atual, a família ISO 9000 é composta pelas normas: ISO 9001; que descreve os requisitos de Sistemas de Gestão da Qualidade, a norma ISO 9000 descreve o vocabulário e fundamentos ligados ao SGQ, a ISO 9004 fornece diretrizes para melhoria de desempenho do SGQ, e a ISO 19011, que fornece diretrizes para auditorias de Sistemas de Gestão.

Organizações que desejem ter seu Sistema de Gestão da Qualidade certificado segundo a norma ISO 9001:2015 devem se submeter a auditorias de certificação que compreendem a verificação dos requisitos das seções 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10, conforme explicitados no quadro 6.

**Quadro 6 - Requisitos da NBR ISO 9001:2015**

<b>Seção</b>	<b>Requisitos</b>
4. Contexto da organização	4.1 Entendendo a organização e seu contexto 4.2 Entendendo as necessidades e expectativas de partes interessadas 4.3 Determinando o escopo do Sistema de Gestão da Qualidade 4.4 Sistema de Gestão da Qualidade e seus processos
5. Liderança	5.1 Liderança e comprometimento 5.2 Política 5.3 Papéis, responsabilidades e autoridades organizacionais
6. Planejamento	6.1 Ações para abordar riscos e oportunidades 6.2 Objetivos da qualidade e planejamento para alcançá-los 6.3 Planejamento de mudanças
7. Apoio	7.1 Recursos 7.2 Competência 7.3 Conscientização 7.4 Comunicação 7.5 Informação documentada
8. Operação	8.1 Planejamento e controle operacionais 8.2 Requisitos para produtos e serviços 8.3 Projeto e desenvolvimento de produtos e serviços 8.4 Controle de processos, produtos e serviços providos externamente 8.5 Produção e provisão de serviço 8.6 Liberação de produtos e serviços 8.7 Controle de saídas não conformes
9. Avaliação de desempenho	9.1 Monitoramento, medição, análise e avaliação 9.2 Auditoria interna 9.3 Análise crítica pela direção
10. Melhoria	10.1 Generalidades 10.2 Não conformidade e ação corretiva 10.3 Melhoria contínua

**Fonte:** ABNT (2015)

A certificação de um SGQ se dá através de uma auditoria de terceira parte, a ser realizada por um organismo independente de verificação. Esta avaliação demonstra a conformidade da organização a um padrão conhecido. Se a auditoria demonstrar que os

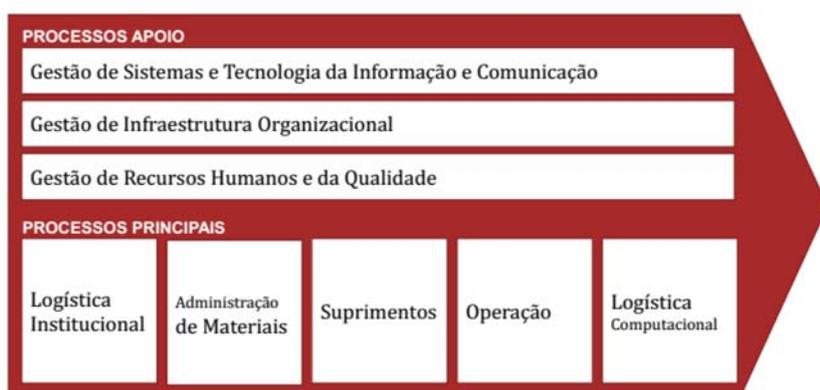
métodos utilizados para atender aos requisitos ISO estão atendidos e implementados, será emitido um certificado de SGQ.

Este resultado é visto pelas partes interessadas no negócio como uma indicação da capacidade de cumprir os requisitos estabelecidos no padrão de avaliação usado, isto é, para os Sistemas de Gestão da Qualidade baseados na norma ISO 9001. Com isto, a organização demonstra um compromisso com a qualidade, bem como que um nível de maturidade da gestão foi alcançado.

Adicionalmente, os clientes frequentemente também avaliam seus fornecedores através de uma auditoria de segunda parte, a fim de estabelecer se o seu fornecedor pode ou não fornecer o produto ou serviço que eles oferecem. Finalmente, a auditoria de primeira parte é quando uma organização avalia seus próprios processos ou sistemas com o intuito de verificar se eles são capazes de fornecer um serviço ou produto específico. Geralmente este processo é gerido por um programa de autoavaliação (BAMBER et al., 2004).

### 2.3.1.2 Certificação do Sistema de Gestão da Qualidade no DPADI

O modelo de gestão da DPADI está ancorado na abordagem de processos de negócio que compõem a cadeia de valor (figura 5). Os processos principais são aqueles que geram valor imediatamente ao cliente. Os processos de apoio apoiam os processos principais fornecendo produtos e serviços.

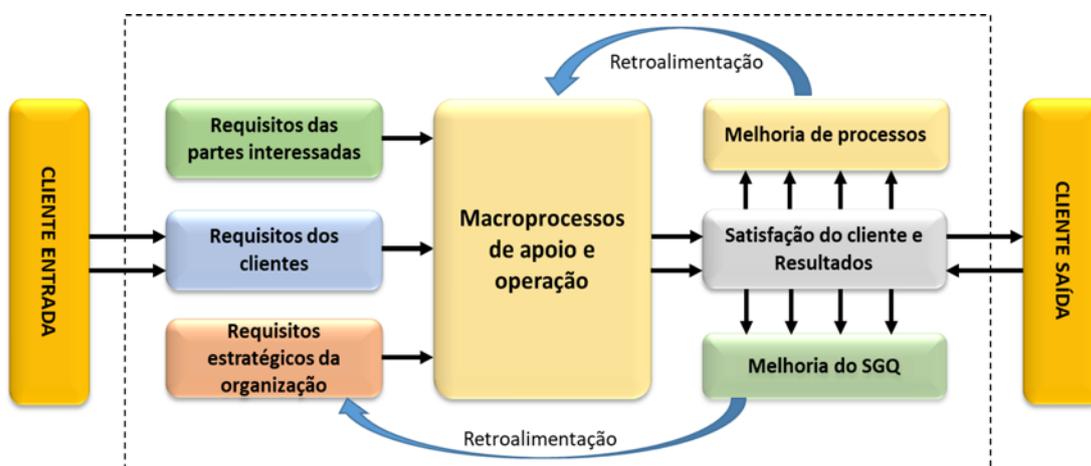


**Figura 5** - Cadeia de valor do DPADI

**Fonte:** COPPE (2018a)

O Sistema de Gestão do DPADI está implantado conforme a figura 6, aonde os macroprocessos de apoio e operação são alimentados pelos requisitos de todas as partes interessadas, dos clientes e também dos requisitos estratégicos da organização. A

satisfação dos clientes e os resultados obtidos decorrentes da operacionalização dos processos geram, respectivamente, melhoria dos processos e melhoria no próprio sistema de gestão.



**Figura 6 - Estrutura do SGQ do DPADI**  
**Fonte: COPPE (2016)**

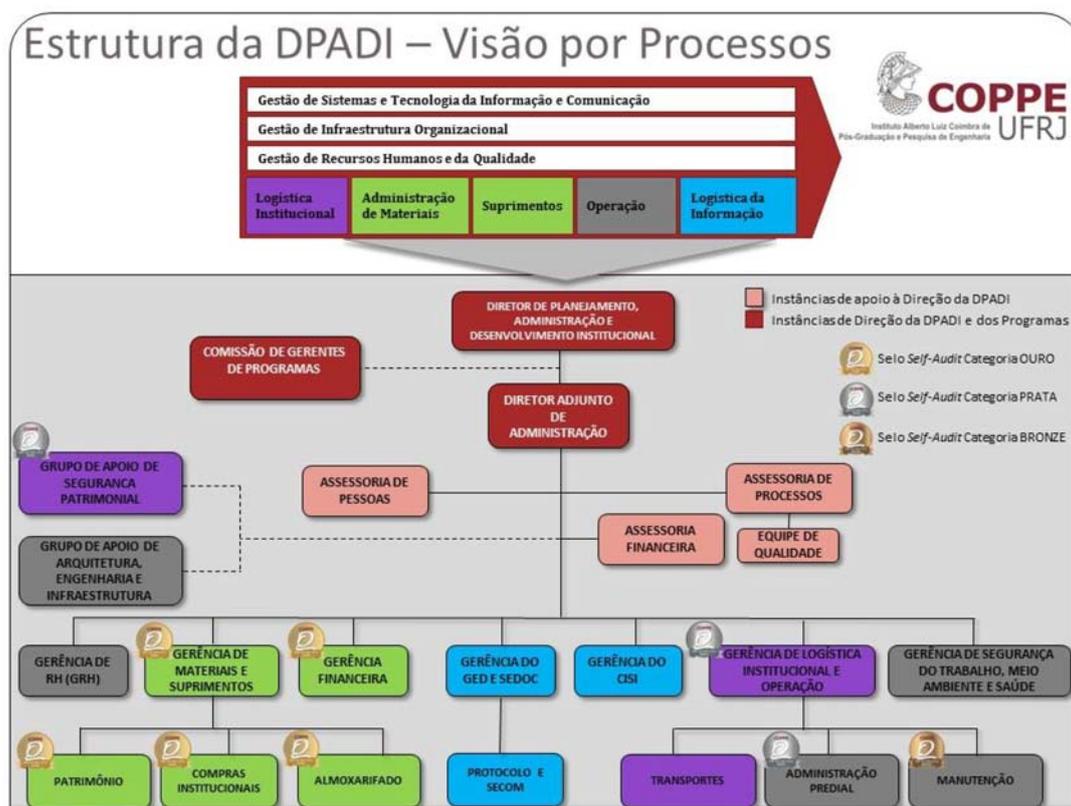
O processo de certificação do SGQ das instalações do DPADI se inicia com uma premiação conforme o programa *Self-Audit*, estabelecido mediante a realização de auditorias internas que visam verificar o nível de atendimento e amadurecimento do SGQ quanto aos requisitos da norma NBR ISO 9001. O certificado *Self-Audit* é emitido nas categorias bronze, prata, ouro, platina, troféu prata, ouro e platina, seguindo-se os critérios definidos no quadro 7.

**Quadro 7 - Critérios de certificação *Self-Audit***

<b>Categorias Bronze e Prata – Elaboração de um sistema de Gestão</b>
Bronze: Mais de 75% e menos de 100% de métodos elaborados e pontuação da avaliação de resultados entre 0 e 49 pontos
Prata: 100% de métodos elaborados e pontuação da avaliação de resultados entre 0 e 49 pontos
<b>Categorias Ouro e Platina – Implantação de um Sistema de Gestão</b>
Ouro: 100% de métodos elaborados e pontuação da avaliação de resultados entre 50 e 59 pontos
Platina: 100% de métodos elaborados e pontuação da avaliação de resultados entre 60 e 69 pontos
<b>Categorias Troféu Prata, Ouro e Platina – Melhoria contínua de um Sistema de Gestão</b>
Prata: 100% de métodos elaborados e pontuação da avaliação de resultados entre 70 e 79 pontos
Ouro: 100% de métodos elaborados e pontuação da avaliação de resultados entre 80 e 89 pontos
Platina: 100% de métodos elaborados e pontuação da avaliação de resultados entre 90 e 100 pontos

**Fonte: COPPE (2018b)**

Conforme mostrado na figura 7, a manutenção predial está certificada na categoria bronze, que configura mais de 75% e menos de 100% dos métodos elaborados. Diante deste cenário a proposição de padrões pode ser um relevante instrumento para a consecução dos objetivos da certificação, galgando as categorias subsequentes até o estágio de melhoria contínua do SGQ. A partir do momento que um SGQ atende aos requisitos ISO de forma consistente, a organização interessada pode solicitar uma auditoria de terceira parte, aquela realizada por uma entidade certificadora, para que esta emita o certificado de SGQ.



**Figura 7 -** Certificados *Self-Audit* emitidos para os setores do DPADI  
**Fonte:** COPPE (2018c)

### 2.3.2 Modelos de Excelência em Gestão

Com a necessidade de se melhorar a qualidade dos produtos e ao mesmo tempo aumentar a produtividade das empresas norte americanas, um grupo de especialistas analisou o desempenho de várias empresas consideradas bem-sucedidas em busca de características comuns que as diferenciavam das demais. As características por eles identificadas eram compostas por práticas executadas por todo corpo laboral dessas organizações, desde a alta direção até os menores níveis de responsabilidade.

A partir desta oportunidade, as práticas identificadas nas organizações de sucesso foram consideradas fundamentos para a formação de uma cultura de gestão voltada para resultados, dando origem à criação, em 1987, do *Malcolm Baldrige National Quality Award* (MBNQA).

No Brasil o ápice do movimento da Qualidade foi atingido em 1991 com a criação da Fundação Nacional da Qualidade (FNQ), baseada nos fundamentos, critérios e na estrutura sistêmica do MBNQA americano. A FNQ é uma organização não governamental sem fins lucrativos, fundada por trinta e nove organizações, privadas e públicas, para administrar o Prêmio Nacional da Qualidade (PNQ). A partir do PNQ, a FNQ incentivou o desenvolvimento de diversos prêmios da qualidade setoriais e regionais, além de outros programas e projetos como o Programa Qualidade no Serviço Público (PQSP) e o Projeto Excelência para os Institutos de Pesquisa em Ciência e Tecnologia pertencentes à Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica (ABIPTI).

O Modelo da Excelência em Gestão (MEG) foi desenvolvido com base nos fundamentos e critérios do Prêmio da Qualidade norte americano. Este modelo possui como principal característica o fato de não se basear na prescrição de práticas ou ferramentas específicas, mas sim em princípios gerenciais adotados mundialmente por organizações de excelência reconhecida. Uma organização é considerada excelente quando atende de forma equilibrada a todos os fundamentos da excelência (quadro 8), com um grau de maturidade elevado de seu sistema de gestão (FNQ, 2011). Os fundamentos da excelência expressam conceitos estabelecidos mundialmente e que são encontrados em organizações de classe mundial. Estes fundamentos, quando aplicados, trazem melhorias aos processos e produtos, redução dos custos e aumento da produtividade da organização tornando-a mais competitiva no mercado.

**Quadro 8 - Fundamentos do Modelo da Excelência em Gestão (MEG)**

<b>Fundamentos da excelência</b>	<b>Explicação do fundamento</b>
Pensamento sistêmico	Compreensão e tratamento das relações de interdependência e seus efeitos entre os diversos componentes que formam a organização, bem como entre estes e o ambiente com o qual interagem.
Aprendizado organizacional e inovação	Busca e alcance de novos patamares de competência para a organização e sua força de trabalho, por meio da percepção, reflexão, avaliação e compartilhamento de conhecimentos, promovendo um ambiente favorável à criatividade, experimentação e implementação de novas ideias capazes de gerar ganhos sustentáveis para as partes interessadas.

**Quadro 8 - Fundamentos do MEG (continuação)**

Liderança transformadora	Atuação dos líderes de forma inspiradora, exemplar, realizadora e com constância de propósito, estimulando as pessoas em torno de valores, princípios e objetivos da organização, explorando as potencialidades das culturas presentes, preparando líderes e interagindo com as partes interessadas.
Compromisso com as partes interessadas	Gerenciamento das relações com as partes interessadas e sua inter-relação com as estratégias e processos numa perspectiva de longo prazo.
Adaptabilidade	Flexibilidade e capacidade de mudança em tempo hábil a novas demandas das partes interessadas e alterações no contexto.
Desenvolvimento sustentável	Compromisso da organização em responder pelos impactos de suas decisões e atividades, na sociedade e no meio ambiente, e de contribuir para a melhoria das condições de vida tanto atuais quanto para as gerações futuras, por meio de um comportamento ético e transparente, visando ao desenvolvimento sustentável.
Orientação por processos	Busca da eficiência e eficácia dos conjuntos de atividades de agregação de valor para as partes interessadas.
Geração de valor	Alcance de resultados econômicos, sociais e ambientais, bem como de resultados dos processos que os potencializam, em níveis de excelência, e que atendam às necessidades das partes interessadas.

**Fonte:** FNQ (2014)

O propósito do MEG é apresentar uma forma sistemática de melhoria contínua das práticas gerenciais. Portanto, para a operacionalização dos fundamentos de excelência, o modelo propõe oito critérios de excelência, os quais serão detalhados no quadro 9. Os sete primeiros critérios são gerenciais, os quais indicam as práticas gerenciais que a organização necessita. Já o critério “Resultados” serve para indicar os resultados organizacionais necessários ao modelo de gestão.

**Quadro 9 - Critérios de excelência da Fundação Nacional da Qualidade (FNQ)**

<b>Critério FNQ</b>	<b>Processos gerenciais</b>
Liderança	Sistemas de liderança Cultura de excelência Análise do desempenho da organização
Estratégia e planos	Formulação das estratégias Implementação das estratégias
Clientes	Definição de clientes-alvo Requisitos dos clientes Comunicação com o cliente Tratamento de reclamações Avaliação da satisfação dos clientes
Sociedade	<i>Compliance</i> Segurança socioambiental Desenvolvimento sustentável Responsabilidade social

**Quadro 9** - Critérios de excelência da FNQ (continuação)

Informações e Conhecimento	Tecnologia da Informação Gestão da informação Segurança de TI Gestão do conhecimento
Pessoas	Organização do trabalho Seleção de pessoas Avaliação de competências Reconhecimento Capacitação/ desenvolvimento Saúde e segurança do trabalho Ergonomia
Processos	Requisitos dos processos Controle de processos Melhoria contínua Qualificação de fornecedores Desempenho econômico-financeiro
Resultados	Econômico-financeiros Sociedade e meio ambiente Clientes e mercados Gestão de pessoas Processos e fornecedores

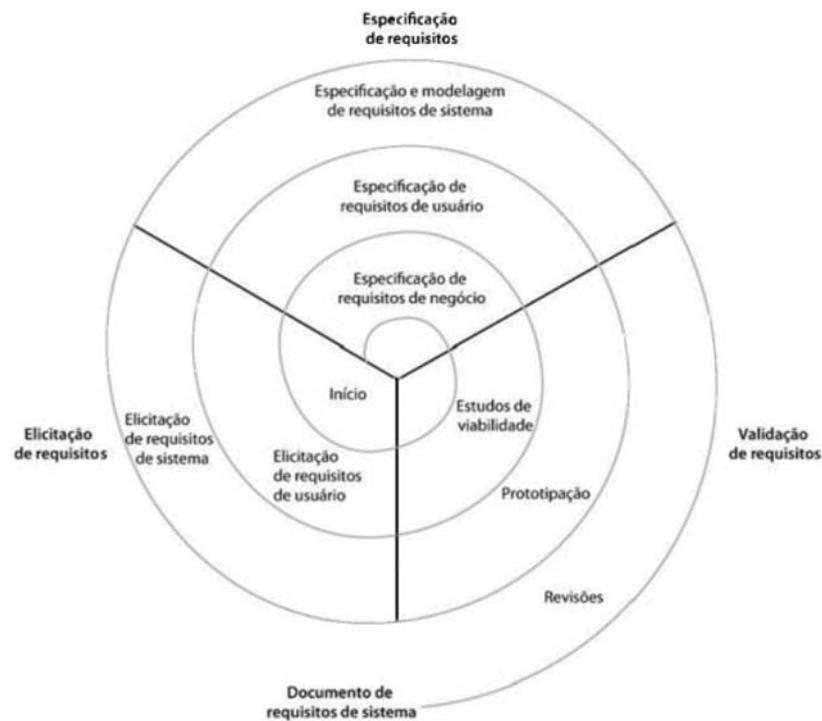
**Fonte:** FNQ (2014)

Encerrada a breve alusão aos conceitos relativos à qualidade, a próxima seção tem por objetivo fazer uma breve explanação sobre os conceitos relativos à especificação de requisitos de sistemas de informação. Esta explanação se justifica pelo fato de estarmos tratando, neste trabalho, sobre a melhoria de um sistema de gerenciamento de ordens de serviço de manutenção predial realizada nas instalações da organização social de P&D, onde foi desenvolvido este trabalho.

#### 2.4 ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS SEGUNDO A VARIABILIDADE FUNCIONAL

A Engenharia de Requisitos (ER) é uma subárea da Engenharia de *Software* dedicada ao processo de especificação dos requisitos que o software deverá atender. Os requisitos de um sistema expressam as descrições do que o sistema deve fazer bem como as restrições a seu funcionamento, de acordo com as necessidades dos clientes. A engenharia de requisitos deve estar focada em definir precisamente o problema real que o *software* deve resolver, descrevendo os requisitos em termos de como o ambiente deve ser afetado pelo sistema de *software* proposto (CHENG; ATLEE, 2007,

SWEBOK, 2014). O processo de requisitos se constitui de um processo iterativo de: elicitação, especificação, validação e documentação dos requisitos. (figura 8).



**Figura 8** - Processos de Engenharia de Requisitos  
**Fonte:** SOMMERVILLE (2011)

Os requisitos de *software* são frequentemente classificados em dois tipos: funcionais, não-funcionais (SWEBOK, 2014).

- Requisitos funcionais: Descrevem o que o sistema deve fazer, como o sistema deve reagir a entradas específicas e como o sistema deve se comportar em determinadas situações. Eles podem ser expressos como requisitos de usuário e de sistema. Os requisitos de usuário são descritos de forma abstrata de modo que sejam compreendidos pelos usuários do sistema. Os requisitos de sistema possuem um detalhamento mais específico em questões de funções do sistema, entradas, saídas e exceções.
- Requisitos não-funcionais: Não definem uma funcionalidade do sistema, mas são caracterizados por restrições aos serviços ou funções oferecidas pelo sistema. Incluem restrições de tempo, restrições no processo de desenvolvimento e restrições impostas pelas normas (SOMMERVILLE, 2011).

A utilização de Tecnologias da Informação (TI) pode promover o aprimoramento da qualidade e da produtividade na execução de manutenção predial. Contudo, a implantação de sistemas de TI neste segmento, assim como em outros é sempre uma tarefa árdua, isto devido à peculiaridade de cada edifício, a cultura instalada nestes locais além da complexidade envolvida nestas atividades.

Os sistemas de TI utilizados para gerenciamento da função manutenção são conhecidos como *Computerized Maintenance Management Systems* (CMMS). CMMS significa sistema informatizado de gerenciamento da manutenção e refere-se a sistemas de TI especializados, concebidos para suportar a manutenção amplamente definida, tanto em pequenas como em grandes empresas (JASIULEWICZ-KACZMAREK et al., 2017). Os CMMS foram introduzidos na década de 1980, com foco principalmente no processamento das ordens de serviços. Ao longo dos anos, os CMMS foram se tornando mais sofisticados em termos de funcionalidades. Foram adicionadas diversas funções como: gerenciamento de indicadores, nivelamento de recursos, compartilhamento de banco de dados (KARDEC; NASCIF, 2009), planejamento de manutenção, registro das tarefas concluídas, relatórios de desvios e problemas entre outras (TRETEN; KARIM, 2014).

Um CMMS oferece diversos benefícios, pois fornecem uma gama de funções de monitoramento de todo o processo de manutenção, tais como: informações financeiras, logística, peças de reposição, cronogramas de manutenção entre outros. Por outro lado, o sistema torna-se muito complexo, se tornando propenso a erros, especialmente para aqueles que utilizam o sistema.

Portanto, é importante que os usuários do sistema estejam participem ativamente do projeto do sistema (TRETEN; KARIM, 2014). Neste sentido, Daniellou et al. (2011) pontua que as características dos seres humanos devem ser levadas em consideração na concepção dos sistemas de trabalho. Caso contrário, o ser humano se adaptará dentro de certos limites, mas sempre a um alto custo pessoal e em detrimento de seu desempenho.

Agora, como se inicia um projeto de *software*? Geralmente, a maioria dos projetos se inicia quando uma necessidade do negócio é identificada, em virtude de um novo mercado ou serviço em potencial. Para isso, os *stakeholders*<sup>5</sup> do negócio (por

---

<sup>5</sup> Um *stakeholder* é uma pessoa ou papel que, de alguma maneira, é afetado pelo sistema (SOMMERVILLE, 2011, p. 60).

exemplo, gerentes de negócios, pessoas de marketing, gerentes de produto) tentam identificar a amplitude e a profundidade do mercado, fazem uma análise de viabilidade e finalmente uma descrição sumarizada do escopo de trabalho do projeto. Toda essa informação está sujeita a mudanças, mas é suficiente para dar início às discussões acerca do projeto do *software* (PRESSMAN, 2010).

#### **2.4.1 Elicitação de requisitos e a variabilidade funcional**

A etapa inicial do desenvolvimento de um *software* é a elicitação dos requisitos, que se constitui em coletar, descobrir, extrair e definir os requisitos do *software* a ser construído, de forma colaborativa e analítica (CHENG; ATLEE, 2007, WIEGERS; BEATTY, 2013). Para Sommerville (2011), o processo de elicitação é o coração do desenvolvimento de requisitos; porém não é simplesmente catalogar os requisitos, transcrevendo exatamente o que os usuários dizem. Ou seja, é o processo de identificação das necessidades e restrições das várias partes interessadas, de forma colaborativa e analítica, incluindo atividades que permitam a compreensão das metas, objetivos e motivos para construir um sistema de software, de modo que seja possível coletar, descobrir, extrair e definir os requisitos do *software* a ser construído (CHENG; ATLEE, 2007, WIEGERS; BEATTY, 2013).

Esta etapa é considerada por alguns a tarefa de desenvolvimento de *software* mais difícil, crítica e propensa a erros (WIEGERS; BEATTY, 2013). Os principais motivos para esta dificuldade residem no fato de que, frequentemente, que os usuários não possuem uma compreensão completa do domínio do problema, além da dificuldade de comunicar as suas necessidades ao projetista do sistema ou especificar requisitos conflitantes com as necessidades de outros usuários (PRESSMAN, 2010). Além disso, existe a dificuldade de lidar com o elemento humano por parte dos projetistas, usualmente com formação na área de engenharia da computação.

A elicitação dos requisitos, por ser essencialmente uma atividade humana (SWEBOK, 2014), acreditamos que o suporte da Ergonomia possa ser bastante integrador nesta etapa a fim de lidar com as dificuldades relatadas no parágrafo anterior.

Há uma vasta evidência empírica mostrando que a participação de ergonomistas, como facilitadores de projetos, pode contribuir para uma efetiva sinergia entre os diferentes *stakeholders*. Esta sinergia se traduz na resolução de conflitos, que são

dissipados em troca de alternativas de projeto mais convergentes (SILVA E SANTOS, 2012).

A primeira ação a ser considerada para lidar com a extração dos requisitos é o estabelecimento dos objetivos do sistema e o domínio do problema que o *software* pretende resolver. Neste primeiro momento, é de suma importância o estabelecimento de um canal de comunicação com as partes interessadas. Assim sendo, a construção social é fator fundamental para um bom processo de elicitação de requisitos. Este fato é destacado no guia SWEBOK (2014), sobre a importância de uma comunicação eficaz entre todos os *stakeholders* durante todo processo de elicitação. Os autores ressaltam ainda que, muitos *softwares* se mostraram insatisfatórios porque enfatizaram os requisitos de um grupo em detrimento de outros, tornando-os de difícil utilização ou que subvertem a cultura ou a política da organização.

A realização de uma análise global possibilita uma compreensão ampliada do ambiente operacional, do contexto da organização e dos seus limites. É nesta fase também que uma negociação deve ser conduzida com as partes interessadas com o intuito de determinar quais ações de intervenção são realmente necessárias, bem como o estabelecimento das prioridades dessas ações.

A literatura aborda um conjunto de técnicas tradicionais para a elicitação dos requisitos, que irão atuar como instrumentos de interação entre os elicitadores e as diversas partes interessadas, dentre as quais se destacam: entrevistas, cenários, protótipos, grupo de foco, observação e *user stories* (SWEBOK, 2014).

As formas pelas quais usuários, processos de negócios e dispositivos funcionam normalmente são complexas. Portanto, os requisitos de um determinado *software* constituem-se, tipicamente, de uma interação complexa de diversas pessoas em diferentes níveis da organização que, de uma forma ou de outra, estarão conectadas neste ambiente no qual o software irá operar (SWEBOK, 2014). Logo, faz-se necessário abordar este tema sob a ótica da complexidade dos sistemas sociotécnicos, cujas propriedades fundamentais foram abordadas no capítulo 2.1. Portanto, para lidar com as variáveis de um sistema sociotécnico complexo, precisamos adotar ferramentas que sejam compatíveis com esta característica. Neste sentido, considerar a variabilidade funcional e seus impactos no sistema como um todo, é vital para a compreensão do *modus operandi* de uma situação de trabalho.

Segundo Vidal (2003), variabilidade “é a propriedade verificável nos sistemas de produção, segundo a qual as condições situadas para a realização de tarefas nem sempre se apresentam da mesma forma, com os mesmos atributos, e em identidades diversificadas” e a regulação<sup>6</sup> “tem por finalidade corrigir os desfuncionamentos”.

Embora a engenharia de *software* tenha atingido um estágio de maturidade, na prática, implementar uma abordagem de gerenciamento de variabilidade na fase projetual de *software* ainda é um desafio para qualquer organização (DERAKHSHANMANESH *et al.*, 2014). Estudos recentes propõem a utilização de métodos baseados na engenharia cognitiva, na análise da ressonância funcional e na análise contextual da tarefa para melhorar as especificações de requisitos para sistemas de informação no campo da saúde (CARVALHO *et al.*, 2017; JATOBÁ *et al.*, 2019).

Este trabalho propõe a elicitação de requisitos de *software* a partir do prisma da variabilidade do desempenho humano. Para tal, lança-se mão da técnica de observação etnográfica, que neste caso, ajuda a descobrir requisitos implícitos do sistema que refletem como as pessoas trabalham realmente (SOMMERVILLE, 2011). Adicionalmente, utiliza-se a ação conversacional e o método de análise da ressonância funcional (FRAM), com o objetivo de se registrar o modo operatório dos indivíduos que interagem com o sistema computacional.

#### **2.4.2 Especificação de requisitos**

A especificação de requisitos de *software* estabelece a base para um acordo documentado entre os clientes e os projetistas sobre o que é esperado que o *software* deve e o que não deve fazer. Também permite uma avaliação rigorosa dos requisitos antes do início da construção do *software*. Esta etapa também fornece uma base realista para estimar custos, riscos e cronogramas do produto (SWEBOK, 2014).

O passo inicial para lidar com os requisitos do extraídos do usuário é registrá-los de forma padronizada. A documentação padronizada ajudará na interpretação e organização dos dados, evitando a profusão de dados brutos que, em muitos casos, não terão a qualidade necessária para apoiar decisões na etapa de desenvolvimento do sistema (SPATH *et al.*, 2012).

---

<sup>6</sup> Uma regulação é a propriedade de um sistema de conceber processos autônomos, não necessariamente em oposição ou conflito, mas em fases, cujas “pressões das situações” e, em cada caso, do contexto da emergência, se coordenam com os níveis de consciência e assimilação dos fatos e dados do contexto e na aprendizagem sobre o modelo da realidade (MAFRA, 2000 *apud* MAFRA; BARROS, 2003).

A norma IEEE 830 (IEEE COMPUTER SOCIETY, 1998) padroniza o processo de especificação de requisitos de *software*, fornecendo um conjunto de melhores práticas para se elaborar um documento de especificação de requisitos, comumente conhecido pelo acrônimo na língua inglesa – SRS – (*Software Requirements Specification*). Neste documento são redigidas as especificações, contendo todos os detalhes técnicos, requisitos funcionais e não-funcionais do sistema a ser desenvolvido. O SRS deve descrever tão completamente quanto necessário o comportamento do sistema em várias condições, bem como as qualidades do sistema desejadas, como desempenho, segurança e usabilidade (WIEGERS; BEATTY, 2013).

A literatura aborda diversas técnicas para se promover a elicitação e a especificação dos requisitos de software. Contudo, este trabalho propõe a elicitação e a especificação dos requisitos mediante a análise das variabilidades presentes na atividade de atendimento inicial de manutenção. Esta análise é formalizada através da utilização do método de análise da ressonância funcional (FRAM), conforme será detalhado a seguir.

#### **2.4.3 Método de Análise da Ressonância Funcional (FRAM)**

O FRAM é uma ferramenta de análise sistêmica, utilizada para descrever as atividades de um sistema sociotécnico complexo. O método FRAM (HOLLNAGEL, 2004) vem sendo aplicado com sucesso para a compreensão e identificação da variabilidade e resiliência em sistemas complexos em diversos estudos, como por exemplo: no estudo sobre a resiliência de controle de tráfego aéreo, em estudos de acidentes aéreos (CARVALHO, 2011), na resposta ao derramamento de óleo (VICTORIA et al., 2016), no gerenciamento de tráfego aéreo (PATRIARCA et al., 2017a), no gerenciamento de risco ambiental (PATRIARCA et al., 2017b), o trabalho dos agentes de saúde em comunidades carentes (JATOBÁ et al., 2018), entre outros.

O método FRAM está assentado em quatro princípios: o princípio de equivalência de sucessos e fracassos, dos ajustes aproximados, o princípio da emergência (afloramento) e o princípio da ressonância (HOLLNAGEL, 2012):

O primeiro diz respeito à equivalência de sucessos e fracassos. Sendo a evolução uma das características principais dos sistemas (MOBUS; KALTON, 2015), os sistemas evoluem em um ambiente dinâmico complexo onde seu desempenho é sempre variável, podendo levar a resultados de sucesso ou de fracassos basicamente da mesma maneira.

Estes fracassos são decorrentes de regulações, ajustes inadequados ou insuficientes de componentes do sistema. O fato dos resultados serem diferentes, não significa que os processos subjacentes devam ser diferentes, ou seja, existe o princípio da equivalência entre atividades bem-sucedidas e fracassadas. No contexto estudado, para uma mesma atividade, o simples fato de haver uma mudança de local já impacta o resultado de maneira que este seja completamente diferente do local anterior.

O segundo princípio dos ajustes aproximados: As condições de trabalho nunca correspondem completamente com o que foi prescrito inicialmente. Os trabalhadores normalmente ajustam seu desempenho para se adequar às condições existentes. Neste sentido, ajustes aproximados fazem parte da rotina do setor de manutenção uma vez que as atividades possuem pouco aporte de mentefatos (procedimentos) e recursos limitados, fazendo com que, constantemente, os técnicos tenham que usar de sua experiência ou até mesmo da criatividade para realizá-las. Estes ajustes são conhecidos também como regulações (MÁSCULO; VIDAL, 2011, p. 202), as quais são ações corretivas que as pessoas realizam na tentativa de manter sob controle o sistema no qual estão trabalhando.

O terceiro princípio da emergência (afloramento): A variabilidade do desempenho de uma função raramente é grande o suficiente para servir como a única causa de um efeito ou até mesmo para constituir um mau funcionamento. Os resultados aceitáveis e não aceitáveis são fenômenos emergentes em vez de resultantes uma vez que não podem ser explicados apenas por uma relação de causa e efeito do funcionamento de componentes ou partes específicas (HOLLNAGEL, 2018). Para Daniellou et al. (2011) o comportamento das pessoas não é apenas o resultado da personalidade ou do treinamento de um operador, ou seja, as peculiaridades das situações de trabalho em que um indivíduo atua podem propiciar a emergência (afloramento) de certos tipos de comportamento, de modo que algumas situações operacionais podem ter características singulares que aumentam a probabilidade da ocorrência de um comportamento indesejável. Além disso, para os mesmos autores o comportamento humano não pode ser previsto de forma linear uma vez que diferentes indivíduos podem se comportar de maneira diferente na mesma situação.

O último princípio diz respeito à ressonância. Hollnagel et al. (2014) aborda três tipos de ressonância: clássica, estocástica e funcional. A ressonância clássica ocorre em um sistema físico linear quando a frequência de excitação se iguala ou fica muito

próxima da frequência natural, não amortecida, do sistema, causando uma amplificação na resposta deste sistema. A ressonância estocástica é um fenômeno decorrente da sensibilidade de um dispositivo a um sinal fraco que ocorre quando um ruído aleatório é adicionado ao sistema. A ressonância funcional é mais formalmente definida como o sinal resultante da amplificação da resposta do sistema, o qual emerge da combinação de forma inesperada das variabilidades internas de múltiplas funções em um sistema sóciotécnico que pode acontecer quando várias aproximações ou ajustes coincidem, levando a resultados que são imprevisíveis e de magnitudes desproporcionais.

Há alguma regularidade em como as pessoas se comportam e em como elas respondem a situações inesperadas, incluindo aquelas que surgem a partir do comportamento de outras pessoas. Como os efeitos de ressonância são uma consequência de como o sistema funciona, o fenômeno é chamado de ressonância funcional em vez de ressonância estocástica (HOLLNAGEL, 2018). Assim, o conceito de ressonância funcional explica a relação não linear entre os elementos de um sistema a fim de demonstrar que nestes sistemas os eventos não acontecem um após o outro nem têm relação direta de causa e efeito entre eles (HOLLNAGEL; GOTEMAN, 2004). Um sistema resiliente é aquele capaz de detectar as possibilidades de ressonância previamente, inserindo algum grau de amortecimento ao sistema de modo que o ganho da ressonância tenda a diminuir, ficando dentro dos limites considerados aceitáveis para um funcionamento seguro do sistema.

Os quatro princípios que suportam os sistemas sóciotécnicos complexos, que justificam a utilização do modelo FRAM, podem ser observadas no contexto da manutenção predial: a equivalência de sucessos e fracassos, os ajustes aproximados, o princípio da emergência e o princípio da ressonância funcional.

No contexto estudado, no que tange ao atendimento de uma solicitação de manutenção predial, as atividades, principalmente aquelas realizadas por seres humanos, apresentam momentos de sucessos, como por exemplo, a alocação de pessoal para reestabelecer a energia elétrica no Centro de Tecnologia e fracassos, como o atraso no atendimento de emergência para a contenção de um vazamento decorrente do rompimento de uma tubulação por falta de profissionais habilitados para a função.

Os ajustes aproximados compõem de forma habitual o gerenciamento de manutenção, uma vez que o sistema informatizado utilizado oferece recursos confusos e limitados, fazendo com que, constantemente, as pessoas tenham que utilizar seus

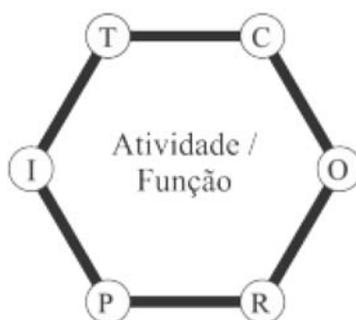
conhecimentos tácitos e outros artifícios auxiliares, como planilhas eletrônicas e anotações, a fim de garantir o sucesso da operação.

A emergência se caracteriza pelo fato de que sempre ocorrerão situações não previstas anteriormente a despeito da experiência dos técnicos nas atividades de manutenção e conhecimento aprofundado do sistema em que trabalham.

A variabilidade oriunda de uma função pode se combinar com a variabilidade de outra função causando uma ressonância funcional, i.e, um impacto indesejado, representado pela perda de qualidade do serviço, incluindo atraso no atendimento.

A estruturação de um modelo baseado em FRAM consiste em 4 etapas (HOLLNAGEL et al., 2014): (a) identificação e descrição de funções essenciais do sistema; (b) caracterização da variabilidade; (c) análise de ressonância da variabilidade; e (d) proposição de ações mitigadoras.

A primeira etapa de um modelo FRAM consiste em identificar e descrever as funções essenciais para a execução do trabalho. No método FRAM cada atividade é chamada de função, sendo esta função uma atividade realizada por um indivíduo, equipamento ou grupo de indivíduos. Durante este processo, cada função é caracterizada em relação a seis aspectos: *Input* (entradas), *Output* (saídas), *Preconditions* (precondições), *Resources* (recursos), *Time* (tempo) e *Control* (controle) conforme ilustrado na figura 9 (HOLLNAGEL et al., 2014):



**Figura 9** - Representação de uma atividade ou função no FRAM  
**Fonte:** Adaptada de Hollnagel et al. (2014)

**Entrada (I)** – É o requisito para a ativação da função. Constitui acoplamento para outras funções anteriores;

**Saída (O)** – É o produto resultante de uma função. Constitui acoplamento para funções posteriores;

**Pré-condições (P)** – São etapas ou condições que devem ser atendidas antes que a função possa processar a entrada. Uma pré-condição deve sempre ser uma saída de outra função.

**Recursos (R)** - São meios necessários para a execução da função;

**Tempo (T)** - Tempo é um recurso específico, presente em todo tipo de processo.

**Controles (C)** – São meios de supervisionar a função em caso de desvios.

A caracterização de uma função tem o intuito de descrever como o trabalho em análise está acontecendo realmente. Após essa caracterização, as funções são acopladas entre si através dos aspectos.

A segunda etapa na aplicação é a caracterização da variabilidade das funções que constituem o modelo FRAM. Essa etapa deve abordar tanto a variabilidade potencial, isto é, o que pode acontecer em diferentes condições, quanto a possível variabilidade esperada em determinadas condições (suposições mais específicas sobre demandas, oportunidades e recursos), ou seja, para uma instanciação do modelo (HOLLNAGEL, 2018). Para Hollnagel et al. (2014), uma instanciação é a forma como um subconjunto de funções pode ser mutuamente acoplado em uma condição específica ou em um período de tempo específico.

A variabilidade da saída de uma função pode se manifestar de três formas: endógena ou interna; exógena ou externa e acoplamento funcional. Uma variabilidade endógena ou interna pode ser resultado da variabilidade da função em si, isto é, uma consequência intrínseca da função. Uma variabilidade exógena ou externa pode ser resultado das condições de trabalho do meio onde a função é executada. Já a variabilidade oriunda do acoplamento funcional pode ocorrer devido a variabilidade da saída de uma função *upstream*<sup>7</sup> (HOLLNAGEL, 2018).

A terceira etapa consiste em analisar como uma variabilidade pode ressonar no sistema como um todo. O autor sugere que procurar funções com múltiplos acoplamentos pode ser um primeiro passo para determinar se a ressonância funcional pode ocorrer. Em caso afirmativo, outras ações devem ser tomadas para avaliar a probabilidade e a magnitude da variabilidade, bem como a forma como ela pode afetar outras funções.

---

<sup>7</sup> Função *upstream* – É uma função que ocorre antes da função que está sob análise e pode, portanto, afetá-la (HOLLNAGEL et al., 2014).

A quarta e última etapa da aplicação do FRAM consiste em propor ações de controlar os impactos das variabilidades que causam a perda de controle do sistema.

A ausência de Ergonomia nos processos de manutenção predial provoca uma redução da resiliência nestes processos, que ficam mais sujeitos a variabilidades e ressonâncias e, por conseguinte, tornam-se mais sujeitos a falhas ou imprecisão na execução dos processos de manutenção predial, gerando perdas de qualidade.

Este capítulo apresentou a descrição dos principais conceitos que foram utilizados no desenvolvimento deste trabalho. Além de fazer uma breve explanação sobre o enquadramento da manutenção predial como um sistema sociotécnico complexo, apresentamos os conceitos de Ergonomia e Sistemas de Gestão da Qualidade e também uma síntese sobre engenharia de requisitos de *software* e sua interação com a Ergonomia, através do conceito da variabilidade funcional. Esta etapa nos habilita a descrever as metodologias utilizadas para atender a demanda de certificação que originou a presente ação ergonômica, que será detalhada no próximo capítulo.

## Capítulo 3 METODOLOGIA

Neste capítulo são apresentados os procedimentos utilizados na dissertação. Iniciamos pela apresentação da caracterização do estudo e do campo empírico de análise, que serviu de base para desenvolvimento deste trabalho. Posteriormente, apresentamos o *framework* I, que diz respeito ao aprimoramento do sistema computacional de suporte à manutenção predial, através da especificação dos requisitos de *software*, baseado na compreensão da variabilidade funcional, a qual será mediada pela análise da ressonância funcional (FRAM). Em seguida, apresentamos o *framework* II, que diz respeito à identificação de padrões na manutenção de ar condicionado, que contribua para a implementação do Sistema de Gestão da Qualidade através do enquadramento destes padrões aos requisitos da norma ISO 9001:2015.

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Este trabalho consiste em um estudo de caso, de natureza exploratória, com abordagem qualitativa. Segundo Yin (2015), um estudo de caso é “uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo em profundidade e em seu contexto de mundo real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não forem claramente definidos” (p. 17).

Uma vez que o estudo em questão está inscrito em um ambiente sociotécnico complexo, em que eventos emergem de forma não previsível, este estudo apresenta uma natureza exploratória, quanto aos seus objetivos. Gil (2002) aponta que uma pesquisa exploratória proporciona maior familiaridade com o problema abordado, com vistas a torná-lo mais explícito ou que possibilite a constituição de hipóteses.

A abordagem qualitativa é assim caracterizada pelo fato da coleta de dados ser desenvolvida em um contexto natural, diretamente no local de realização do modo operatório do trabalho, através da interação direta com os atores. As principais características da pesquisa qualitativa são: (i) o estudo de eventos em seu *habitat* natural, onde existe a necessidade do pesquisador estar inserido no ambiente em que os eventos se desencadeiam; (ii) o pesquisador é considerado um instrumento-chave, uma vez que a coleta de dados ocorre mediante a análise de documentos e comportamentos fazendo uso de instrumentos elaborados pelo pesquisador; (iii) envolve o uso de múltiplos métodos de coleta de dados; (iv) utilização da lógica indutiva e dedutiva para

compreensão de fenômenos complexos; (v) o processo de pesquisa é emergente, ou seja, não pode ser rigidamente prescrito e; (vi) o foco se concentra na significância que os participantes atribuem ao problema (CRESWELL, 2014).

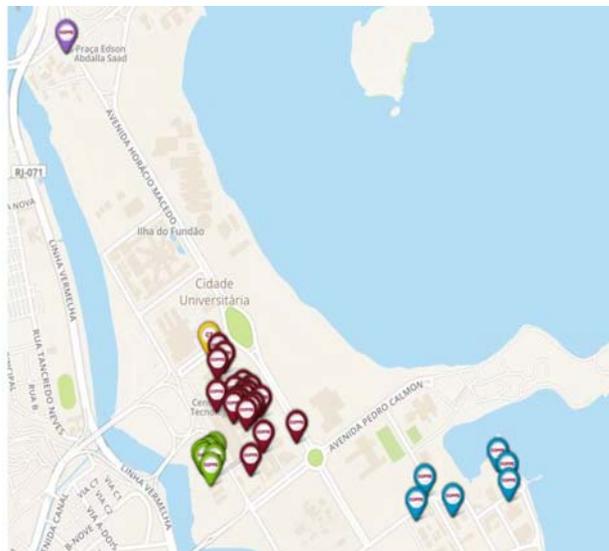
### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DO CAMPO EMPÍRICO DE ANÁLISE

A Coppe – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – é o maior centro de ensino e pesquisa em engenharia da América Latina. Ao longo de cinco décadas, formou mais de 13 mil mestres e doutores nos seus 13 programas de pós-graduação *stricto sensu* (mestrado e doutorado). Apoiada em três pilares – excelência acadêmica, dedicação exclusiva de professores e alunos e aproximação com a sociedade –, a Coppe é um centro produtor e irradiador de conhecimento, profissionais qualificados e métodos de ensino. Seus padrões de qualidade no ensino, na pesquisa e na interação com a sociedade vêm sendo adotados como modelos em universidades e institutos de pesquisa em todo o país.

A Coppe nasceu em março de 1963, com o nome de Curso de Mestrado em Engenharia Química da Universidade do Brasil, a antiga denominação da atual Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Criado pela iniciativa e determinação do professor Alberto Luiz Galvão Coimbra, com o apoio de alguns colegas pioneiros, o curso, em algumas décadas, deu origem à maior instituição de ensino e pesquisa em engenharia da América Latina. Engenheiro químico e docente da Escola Nacional de Química, o professor Coimbra era um insatisfeito com a qualidade dos cursos de graduação em Engenharia existentes no Brasil. Do contrário, os brasileiros estariam para sempre condenados a importar tecnologia – cada vez em maior escala e nem sempre adequada às nossas necessidades específicas.

É a instituição brasileira de engenharia com o maior número de notas máximas concedidas pela Capes a cursos com desempenho equivalente aos dos mais importantes centros de ensino e pesquisa do mundo. Forma anualmente mais de 500 mestres e doutores. Possui o maior complexo laboratorial de engenharia da América Latina, com mais de cem instalações de alto nível. Também foi pioneira ao colocar a engenharia e suas tecnologias a serviço do combate à pobreza e às desigualdades sociais. No cenário internacional, tem projetos em cooperação com as mais importantes e reconhecidas instituições científicas e tecnológicas.

A Coppe está situada na Cidade Universitária, localizada na Ilha do Fundão, Rio de Janeiro – RJ. Grande parte de suas salas e laboratórios localizam-se no Centro de Tecnologia (CT), mas também a Coppe está presente em outras partes da ilha. A indicação de todos estes locais está ilustrada na figura 11.



**Figura 10** - Localização dos centros de pesquisa da Coppe  
**Fonte:** Coppe (2018d)

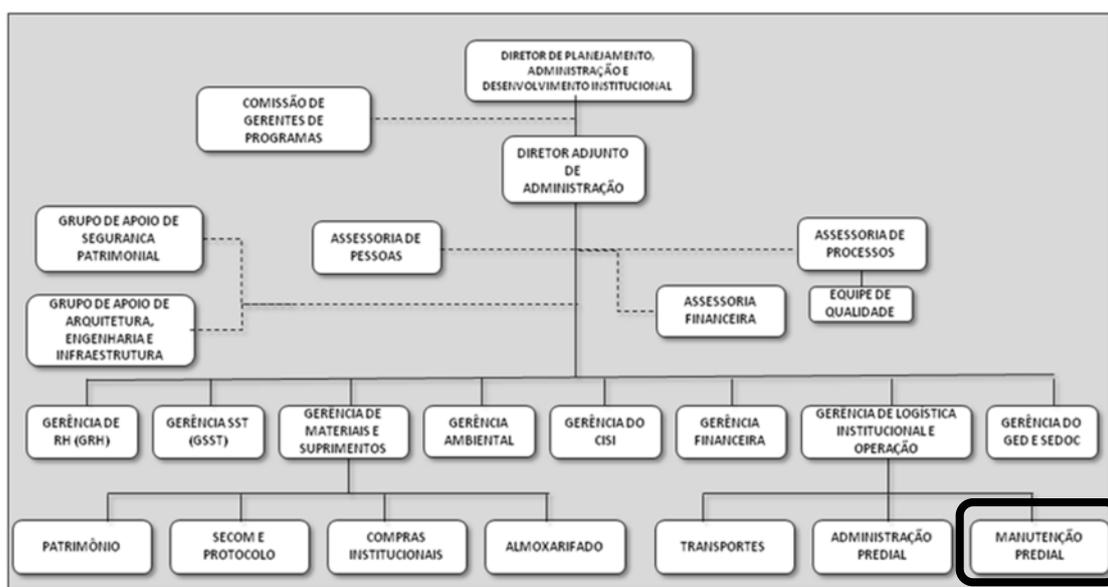
O Centro de Manutenção está localizado próximo ao Centro de Tecnologia, conforme a foto 1.



**Foto 1** - Localização do Centro de Manutenção Predial  
**Fonte:** Google Maps (2018)

A Diretoria de Planejamento, Administração e Desenvolvimento Institucional (DPADI) é uma das diretorias que compõem a Diretoria da Coppe. Essa diretoria é responsável pela gestão dos serviços de apoio às atividades fim da Coppe: gestão de recursos humanos e financeiros, gestão de transportes, gestão de compras institucionais, controle do estoque e do patrimônio institucionais, administração dos serviços de limpeza, apoio, e conservação, segurança patrimonial, manutenção predial, arquitetura e gestão documental e de tecnologia da informação e comunicação.

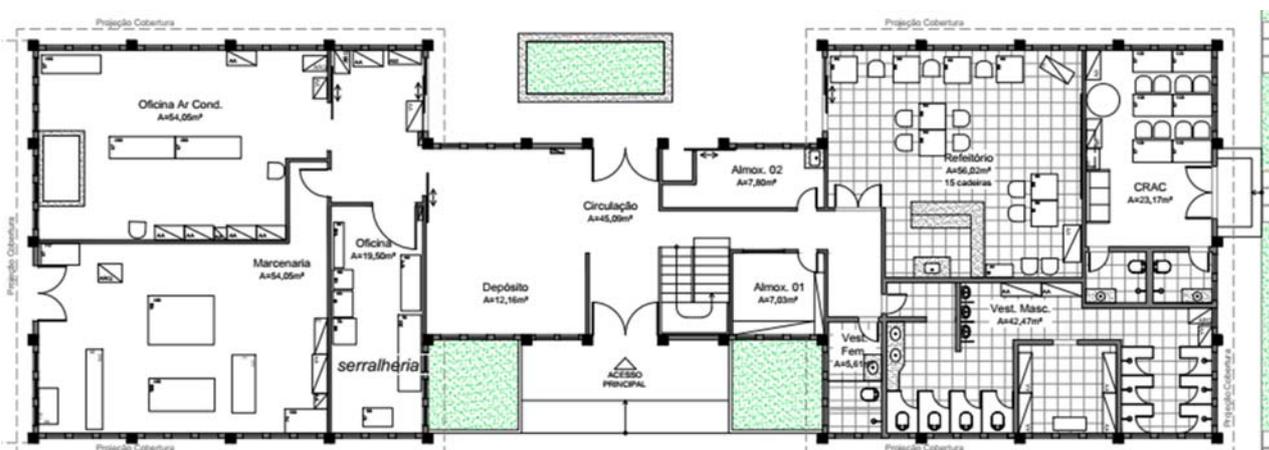
A pesquisa foi realizada no Centro de Manutenção Predial, o qual está situado no organograma do DPADI (figura 11) como parte integrante da Gerência de Logística Institucional e Operações. Esta gerência é responsável pela coordenação os setores designados pela Direção da DPADI: Administração Predial, Manutenção e Transportes; acompanhamento da execução de reformas nos setores e instalações da diretoria, fiscalização dos contratos relacionados aos setores de Administração Predial, Manutenção e Transportes; acompanhamento da execução dos serviços de forma a garantir adequação às legislações vigentes (segurança, saúde do trabalho e ambiental), com especial atenção para aquelas que envolvem riscos de segurança e saúde do trabalhador; garantia do provimento e da utilização de EPI's nos serviços executados pelos setores de Administração Predial, Manutenção e Transportes; gerenciamento do grupo de trabalho do processo da Cadeia de Valor de Logística Institucional e Operação com ênfase na gestão para resultados e na melhoria contínua.



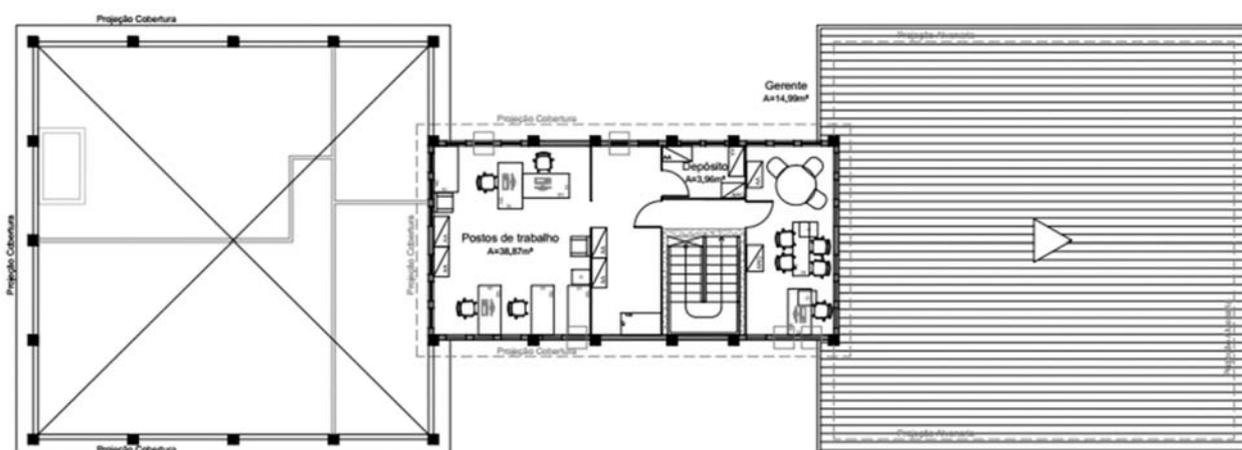
**Figura 11** - Organograma da Diretoria de Planejamento, Administração e Desenvolvimento Institucional  
**Fonte:** COPPE (2016)

O Centro de Manutenção é responsável pela manutenção predial das unidades da Coppe. Suas principais atribuições consistem em assegurar o bom funcionamento de sistemas fundamentais para as atividades realizadas na Coppe tais como os sistemas de energia elétrica, água, ventilação, refrigeração e edificações. O horário de funcionamento do Centro de Manutenção é de 8:00 h às 17:00 h, de segunda à sexta-feira, podendo ser estendido conforme necessidade das demandas de serviço.

A estrutura física é apresentada nas figuras 12 e 13. Esta estrutura comporta as oficinas de refrigeração, serralheria e marcenaria, escritório de gerenciamento, almoxarifados, além de refeitório e vestiário para os funcionários.



**Figura 12 - Planta do Centro de Manutenção (térreo)**  
**Fonte:** Fornecido pelo setor de manutenção predial da Coppe



**Figura 13 - Planta do Centro de Manutenção (2º andar)**  
**Fonte:** Fornecido pelo setor de manutenção predial da Coppe

A manutenção predial do está dividida em grupos de atuação, como segue: manutenção de ordem civil, manutenção de ordem elétrica, manutenção de ordem hidrossanitária, manutenção de serralheria, manutenção de marcenaria e manutenção de sistemas de refrigeração, conforme detalhado no quadro 10.

**Quadro 10 - Grupos de atuação da manutenção predial**

<b>Manutenção de ordem civil</b>	
<b>Sistema</b>	<b>Tarefa</b>
Estrutural	Estruturas em geral e reparação de paredes de alvenaria
Pintura	Reboco com gesso e pintura
Coberturas	Reparação de toldos, fachadas, forros (PVC, gesso, <i>Dry-wall</i> , madeira), impermeabilização de lajes
Acabamento	Reparação de pisos vinílicos, emborrachados, de madeira (tacos), cimentados, concretados e cerâmicos
<b>Manutenção de sistemas de refrigeração</b>	
<b>Sistema</b>	<b>Tarefa</b>
Geladeira	Reparação de geladeira e freezer
Condicionador de ar	Reparação de ar-condicionado <i>split</i> e janela Instalação de ar-condicionado <i>split</i>
<b>Manutenção de ordem hidrossanitária</b>	
<b>Sistema</b>	<b>Tarefa</b>
Água	Reparo de vazamentos em pias, bebedouros, chuveiros e caixas d'água
Esgoto	Desentupimento de tubulações Reparação de vasos sanitários
<b>Manutenção de serralheria</b>	
<b>Sistema</b>	<b>Tarefa</b>
Corte e solda	Reparação de corrimãos, escadas, portas, grades, janelas e portões de aço e outros serviços que requeiram corte e solda com eletrodo revestido Fabricação de pequenos artefatos de aço
<b>Manutenção de marcenaria</b>	
<b>Sistema</b>	<b>Tarefa</b>
Móveis	Instalação de móveis de madeira
	Confecção de móveis de madeira
	Troca de fechaduras
	Instalação e reparação de divisórias em geral
<b>Manutenção de ordem elétrica</b>	
<b>Sistema</b>	<b>Tarefa</b>
Iluminação	Troca de lâmpadas
Instalações	Instalação/ troca de tomadas e eletrodutos
	Reparo de quadros elétricos e subestações

### 3.3 FRAMEWORK I

Neste capítulo trabalho nós apresentamos uma abordagem de especificação de requisitos para a concepção de sistemas computacionais, baseada na compreensão da variabilidade funcional em sistemas complexos. De modo a viabilizar a compreensão da variabilidade foi empregado o método de análise da ressonância funcional (FRAM).

A metodologia abordada é um processo iterativo composto por três etapas: Análise global, elicitación e análise e, por último, a especificação dos requisitos, conforme o *framework* apresentado na figura 14.



**Figura 14** - *Framework* estratégico para especificação de requisitos de *software* a partir da análise da ressonância funcional

O trabalho de campo foi estruturado em três etapas, conforme mostrado na tabela 1, realizadas através de visitas, reuniões e consolidação dos dados. Foram realizadas três visitas de análise global, quatro visitas para a construção do modelo FRAM, elicitación e análise dos requisitos. Para a especificação e validação dos requisitos foram realizadas duas reuniões com o chefe de manutenção, juntamente com os integrantes da assessoria de processos.

**Tabela 1** – Tempo empregado no trabalho de campo – atendimento inicial de manutenção

	Visitas	Tempo/ visita	Tempo total
Análise global	3	2h	6h
Elicitación e análise	4	3h	12h
Especificação	2	1h	2h
		<b>Total</b>	20h

O *framework* se inicia com a realização de uma análise global, seguido da modelagem FRAM da atividade de atendimento inicial de manutenção predial, que servirá de base para a elicitação e análise dos requisitos do sistema de informação. A partir desta modelagem são registradas e analisadas as variabilidades, que para as quais serão recomendadas ações mitigadoras ou de amortecimento de possíveis ressonâncias funcionais. Com essas ações deseja-se obter algum grau de aproveitamento para especificar os requisitos de *software*. Estas etapas estão detalhadas a seguir:

### **3.3.1 Etapa 1 - Análise global**

A análise global, que é parte integrante da instrução da demanda, é mediada pelos métodos observacionais e interacionais, como já explanados no item 2.2.2, com o intuito de estabelecer um conjunto de dados que permita fazer uma caracterização da organização onde será realizado o trabalho. Esta etapa compreende as seguintes fases: descrever o contexto do setor, estabelecer os limites e por último os seus objetivos.

O objetivo da descrição do contexto é fazer um reconhecimento da estrutura física e organizacional do setor onde é desenvolvido o trabalho de gerenciamento das ordens de serviço, caracterizar as pessoas envolvidas e as ferramentas utilizadas.

A segunda fase diz respeito ao estabelecimento dos limites do sistema. Esta consideração é de suma importância uma vez que a atividade de atendimento inicial de manutenção não está restrita ao setor de gerenciamento das ordens de serviço. Logo é necessário compreender a extensão do sistema em análise para que seja possível delimitar e direcionar a ação ergonômica. Esta compreensão evita que haja uma profusão de dados não preponderantes para o contexto em que se insere a demanda.

A terceira fase é importante para a compreensão do *modus operandi* da atividade para a consecução dos objetivos. Quem faz, onde faz, como faz, quando faz e por que faz são alguns vetores que são considerados para esta compreensão.

### **3.3.2 Etapa 2 - Elicitação e análise dos requisitos**

Nesta etapa, o levantamento dos requisitos para melhoria do sistema de informação da manutenção predial é realizado com o auxílio do Método de Análise da Ressonância Funcional (FRAM), conforme os passos descritos no item 2.5. A aplicação do método busca compreender as fontes das variabilidades bem como seus impactos

indesejáveis. Para controlar estes impactos são propostas ações mitigadoras com base na análise da variabilidade e possíveis ressonâncias, além de queixas e sugestões verbalizadas pelos usuários do sistema. Estas ações tem o objetivo de aumentar a resiliência do sistema e melhorar a interface do usuário, reduzindo a carga de trabalho cognitivo e conseqüentemente perdas de qualidade no atendimento de manutenção predial.

### **3.3.3 Etapa 3 - Especificação de requisitos**

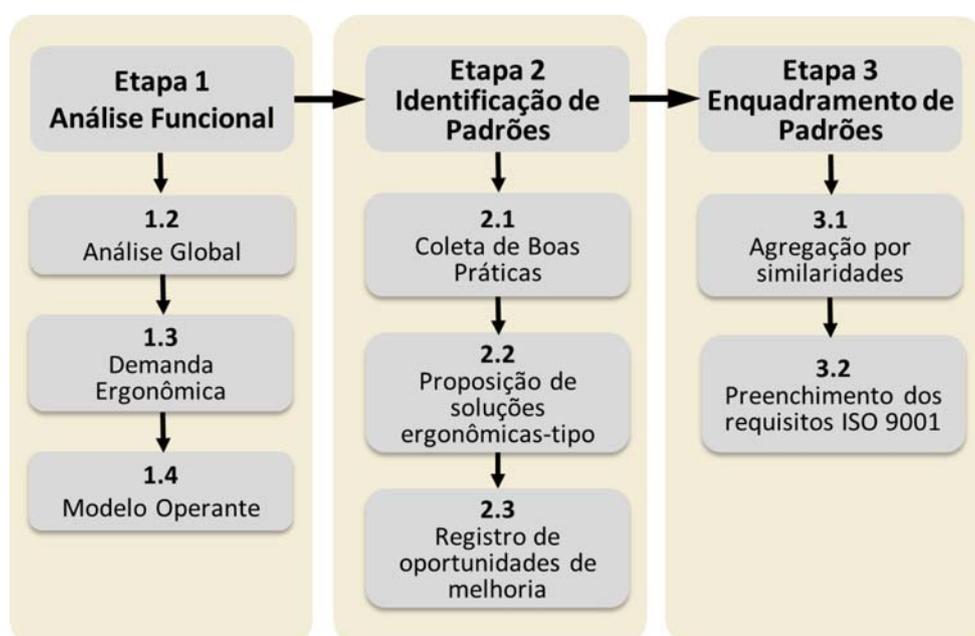
Nesta etapa é estruturada a especificação dos requisitos de *software* (SRS) levantados na etapa anterior. A SRS segue a prática recomendada pela norma IEEE 830 (IEEE COMPUTER SOCIETY, 1998), focando na descrição dos requisitos funcionais.

A especificação dos requisitos tem como base as ações mitigadoras propostas, bem como as necessidades verbalizadas pelos grupos de interesse. Estas necessidades constituir-se-ão numa descrição ampla dos requisitos de usuário, seguido de uma descrição dos requisitos de sistema em um nível de detalhes suficientes de forma a permitir a intervenção no sistema.

Na sequência apresentaremos o *framework* II, que serve de base para a identificação de padrões em manutenção de ar condicionado que contribua para a implementação do Sistema de Gestão da Qualidade, através do enquadramento destes padrões aos requisitos da norma ISO 9001:2015.

### 3.4 FRAMEWORK II

A abordagem proposta compreende três etapas (figura 15). A primeira etapa se inicia pela condução de uma análise funcional, com o objetivo de coletar dados das diversas situações de trabalho inseridas no repertório da manutenção predial da organização social de P&D em questão. A partir dos dados coletados, foram identificados padrões que se enquadrassem aos requisitos ISO 9001:2015. Em cada etapa, foram aplicadas as técnicas e métodos advindos dos princípios da Ergonomia para a obtenção dos resultados que possibilitaram o enquadramento dos padrões identificados aos requisitos da norma ISO 9001:2015.



**Figura 15** – Metodologia proposta para identificação e enquadramento de padrões aos requisitos da norma ISO 9001:2015

O trabalho de campo foi realizado através de visitas às instalações do CM e acompanhamento das atividades. Conforme mostrado na tabela 1, foram realizadas três visitas para análise global, quatro visitas para a construção de um modelo operante e uma visita para validação e restituição, totalizando 25 horas de trabalho de campo. As visitas de análise global se dividiram entre acompanhamento de atividades e uma reunião com a assessoria de processos com o intuito de compreender a prescrição da tarefa.

**Tabela 2** - Tempo empregado no trabalho de campo – manutenção em ar condicionado *split*

	Visitas	Tempo/ visita	Tempo total
Análise global e Demanda ergonômica	3	4h	12h
Modelo operante	4	3h	12h
Validação e restituição	1	1h	1h
	<b>Total</b>		25h

### 3.4.1 Etapa 1 – Análise Funcional

A análise funcional se caracteriza pela condução de uma ação ergonômica (VIDAL, 2003, MÁSCULO; VIDAL, 2011) no setor de manutenção predial. A ação ergonômica se inicia por uma análise global até a construção de um modelo operante da atividade selecionada como foco de análise, conforme sintetizado na figura 16. O objetivo principal desta etapa é descrever como o trabalho é realizado, de modo que seja possível compreender as diversas formas de organização do trabalho bem como identificar ausências de ergonomia na situação de trabalho que ensejam impactos localizados no trabalhador e também impactos abrangentes, isto é, que ressoam em diversos outros níveis da organização.



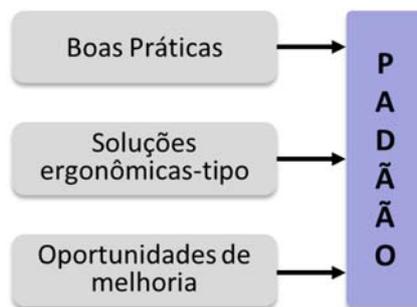
**Figura 16** - Etapa 1 da metodologia proposta

Para a representação do trabalho como realizado foi utilizada a notação de processo de negócio (BPMN)<sup>8</sup> com o auxílio do *software* Bizagi Modeler, a fim de explicitar todos os passos realizados pelos técnicos de manutenção durante a atividade selecionada para análise.

### 3.4.2 Etapa 2 – Identificação de Padrões

A utilização de padrões é uma prática frequente em muitas áreas das atividades humanas. Padrões se referem às boas práticas adotadas, compartilhadas e reutilizadas por projetistas de produtos ou serviços, com o objetivo de solucionar os problemas mais comuns (CYBIS et al., 2015). O arquiteto Christopher Alexander (1977, 1979) foi o pioneiro na identificação e utilização de padrões para apoiar projetos arquitetônicos nos anos 70. Para a FNQ (2017), padrões são regras de funcionamento dos processos. Estas regras podem ser encontradas na forma de políticas, princípios, normas internas, procedimentos, rotinas, fluxogramas, comportamentos coletivos ou qualquer meio que permita orientar a execução dos processos.

Nesta segunda etapa é realizada a identificação dos padrões, valendo-se de dados coletados durante a análise funcional realizada na primeira etapa. O diagnóstico ergonômico, resultante da etapa 1, serviu de base para a identificação dos padrões utilizáveis para preenchimento dos requisitos da norma ISO 9001. Os padrões podem ser oriundos: a) da proposição de soluções ergonômicas-tipo, visando à eliminação ou mitigação das ausências de ergonomia, b) do apontamento de pontos positivos (boas práticas) ou c) da sugestão de oportunidades de melhoria (figura 17).



**Figura 17** – Origem dos padrões de preenchimento dos requisitos ISO 9001

---

<sup>8</sup> BPMN (*Business Process Modeling and Notation*) é uma notação específica, cujo objetivo é ser prontamente compreensível por todos os profissionais da área de negócios, desde o analista de negócios, os desenvolvedores técnicos que implementam as tecnologias que suportam os processos, até as pessoas que irão gerenciar e monitorar esses processos (OMG, 2013)

As Boas Práticas são soluções extraídas pelo profissional de ergonomia a partir da manifestação do conhecimento tácito dos trabalhadores, evidenciado através do *modus operandi* adotado durante a realização de uma atividade. Em síntese, são procedimentos adotados pelo pessoal da linha de frente da manutenção predial, que embora não estejam escritos ou regulamentados em documentos formais, são frequentemente utilizados e que produzem resultados satisfatórios.

As soluções ergonômicas-tipo são caracterizadas por recomendações realizadas para suprir uma ausência de ergonomia de modo localizado em uma determinada situação de trabalho.

Constituem-se como oportunidades de melhoria, as recomendações realizadas após a identificação dos pontos que resultam em impactos globais na organização, fortemente alinhados às exigências de qualidade e metas de produção.

### **3.4.3 Etapa 3 – Enquadramento de Padrões**

Nesta etapa, cada padrão identificado foi organizado e agregado a outros padrões por características comuns (similaridades). O objetivo desta forma de organização é facilitar o enquadramento destes padrões aos requisitos ISO 9001:2015. A ação ergonômica deste estudo se fundamenta em uma análise qualitativa. Esta ferramenta possibilita uma série de anotações através do seguinte esquema de trabalho: a observação e registro de aspectos positivos e negativos, análise de dados, entrevistas e aplicação, quando pertinente, de considerações quantitativas relacionadas à atividade.

Conforme demonstrado, a abordagem proposta corresponde a sintetização da questão de pesquisa elaborada no item 1.2. O objetivo desta abordagem é identificar, propor e elencar padrões observáveis na apreciação *in-loco* da atividade.

O detalhamento metodológico, conforme explicitado nos itens 3.3 e 3.4, foi aplicado em dois casos que serão explorados no próximo capítulo. O capítulo seguinte apresenta os dois casos estudados, que consistem em ações ergonômicas realizadas em duas situações de trabalho distintas. A primeira situação é a atividade de atendimento inicial de manutenção através do sistema informatizado. A segunda situação é a atividade de manutenção em ar condicionado do tipo *split* na condição fora da oficina.

## Capítulo 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados os resultados e discussões do trabalho de campo realizado no Centro de Manutenção Predial da organização social de P&D em questão. Este trabalho está estruturado em dois casos de análise. O primeiro caso foi desenvolvido a partir da análise da atividade de atendimento inicial de manutenção e emissão de ordens de serviço em ar condicionado *split*. O segundo caso foi desenvolvido a partir da análise da atividade dos técnicos de manutenção em ar condicionado *split*, durante intervenções de manutenção *in-loco*.

### 4.1 CASO 1: ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS PARA O SISTEMA DE GESTÃO DE ORDENS DE SERVIÇO

Esta seção visa apresentar um estudo de caso sobre o uso da disciplina Ergonomia para melhorar as especificações de requisitos para sistemas computacionais de suporte à manutenção predial, valendo-se da compreensão do desempenho humano dentro de uma organização sociotécnica complexa. O caso em questão propõe a construção de um modelo representativo da atividade de atendimento inicial de manutenção, com o objetivo de analisar a variabilidade funcional e suas possíveis ressonâncias. Este modelo é formalizado segundo a análise da ressonância funcional (FRAM), com o intuito de contribuir para a melhoria na obtenção de requisitos de *software*.

Iniciamos o desenvolvimento do estudo pela análise global no setor de gerenciamento de serviços do CM, seguido da elicitación e análise dos requisitos, através da modelagem FRAM, da atividade de atendimento inicial de manutenção predial. Por último, apresentamos a especificação dos requisitos de *software*, detalhados a partir do levantamento realizado na etapa anterior.

#### 4.1.1. *Análise Global*

A Análise Global objetivou analisar como se dá a interação dos elementos organizacionais, humanos e tecnológicos durante o processo de atendimento inicial de manutenção predial e se estruturou a partir de visitas de reconhecimento às dependências do Centro de Manutenção, bem como interação com alguns solicitantes de serviço.

A atividade de emissão das ordens de serviço é a atividade primária de um atendimento de manutenção, sendo realizada através de um sistema informatizado. Este sistema é uma plataforma *web-based*<sup>9</sup>, implementada pelo DPADI com o objetivo de informatizar as solicitações de manutenção predial nas instalações da Coppe/UFRJ.

A atividade situada é realizada no setor de gerenciamento de serviço, onde três profissionais atuam no setor: o chefe de manutenção, um auxiliar administrativo e um técnico eletricista que também ajuda no setor em casos de falta dos outros dois funcionários ou quando existe um aumento na demanda de trabalho. O chefe de manutenção é responsável por analisar pedidos, alocar pessoal técnico, emitir, encerrar e arquivar as ordens de serviço. É importante ressaltar que além dessas atividades, o profissional necessita acompanhar os técnicos em alguns processos de manutenção no campo. A auxiliar é responsável por controlar ferramentas, fazer controle administrativo de pessoal e atender ligações. O técnico que ajuda no setor emite ordens de serviço e providencia ferramentas na falta dos outros dois profissionais.

A solicitação de manutenção é realizada através do sistema informatizado, porém é possível e contemplado na prescrição da tarefa que o solicitante utilize também o telefone como canal de comunicação. O chefe de manutenção relata que o contato via telefone é importante para viabilizar a celeridade no atendimento em situações emergenciais: “[...] se fosse seguir o trâmite via sistema, não haveria tempo hábil para tratar a ocorrência. A manutenção funciona como a emergência de um hospital. É uma situação de estresse controlado” (informação verbal).

Para solicitar um serviço, as pessoas interessadas devem ser previamente autorizadas pelo coordenador do programa de pós-graduação e posteriormente cadastradas e habilitadas pelo chefe de manutenção com *login* e senha para que a pessoa autorizada possa acessar o sistema.

Para recebimento das solicitações de serviço, o chefe de manutenção acessa o sistema, através de seu *login* e senha, e monitora os pedidos. O sistema de manutenção é administrado pelo chefe de manutenção, porém na sua ausência é administrado pela auxiliar administrativa ou um técnico eletricista que, quando necessário, assume esta função.

---

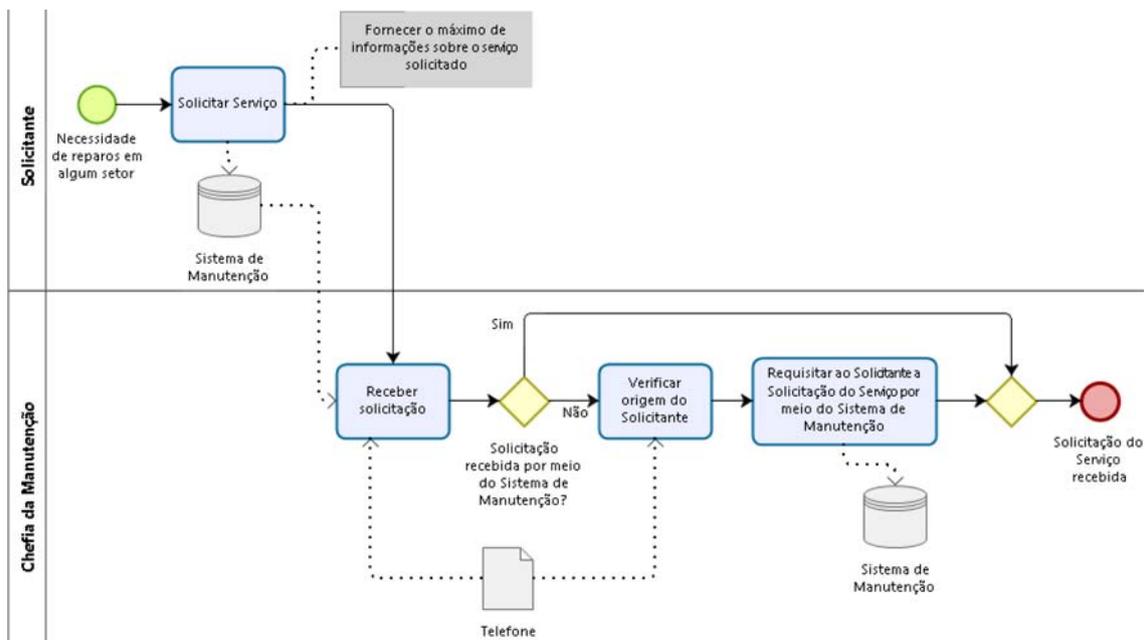
<sup>9</sup> O termo *web-based* refere-se a sistemas que podem ser operados a qualquer hora e em qualquer lugar, e que são completamente desenvolvidos em plataforma online.

A lógica de produção no setor de gerenciamento de serviço é em sua maior parte na demanda cognitivo-organizacional, uma vez que o chefe de manutenção ou seus prepostos lidam com um sistema informatizado aonde são recebidas solicitações de serviço e também diversos contatos telefônicos oriundos dos solicitantes, o que requer a anotação de recados e solicitações. Durante as conversas com os funcionários do setor não foram relatadas reclamações sobre o mobiliário, iluminação e esforço físico. O posto de trabalho do chefe de manutenção é apresentado na foto 2.



**Foto 2** - Posto de trabalho do chefe de manutenção

O processo de atendimento inicial de manutenção predial (figura 18) se inicia com a solicitação de um serviço por parte de um usuário, que insere a demanda no sistema informatizado. A partir da solicitação, o chefe de manutenção visualiza o pedido, analisa e emite uma ordem de serviço para atendimento desta solicitação.



**Figura 18** – Processo de atendimento inicial de manutenção predial  
**Fonte:** fornecido pela assessoria de processos do DPADI

#### 4.1.2 Elicitação de requisitos a partir da modelagem FRAM

Nesta seção, mostramos como a elicitação de requisitos de *software* pode ser aprimorada pela análise da variabilidade e seus impactos, durante a atividade de atendimento inicial de manutenção predial. Esta análise é viabilizada por meio do método de análise da ressonância funcional (FRAM), conforme detalhado no item 2.4.3. Iniciamos esta etapa pela identificação, descrição e acoplamento das funções relevantes, seguido pela caracterização e análise das variabilidades, análise de ressonâncias e por último uma proposição de ações mitigadoras para controlar os impactos indesejados das variabilidades. Estas ações, por sua vez, constituirão os requisitos específicos do sistema de gestão das ordens de serviço de manutenção predial, em ar condicionado.

##### 4.1.2.1 Identificação das funções no atendimento inicial de manutenção predial

A coleta de dados possibilitou elencar um conjunto de funções relevantes para a compreensão da atividade como realizada. O *software* FRAM Model Visualizer (versão 0.4.1, disponível em [www.functionalresonance.com](http://www.functionalresonance.com)) foi utilizado para elaborar uma representação gráfica das funções e o acoplamento entre elas. As funções utilizadas no modelo são representadas por locuções verbais representativas das atividades,

levantadas mediante observação etnográfica e ação conversacional com os atores envolvidos, conforme descritas no quadro 11.

**Quadro 11** - Descrição das funções do modelo FRAM para a atividade de atendimento inicial de manutenção predial

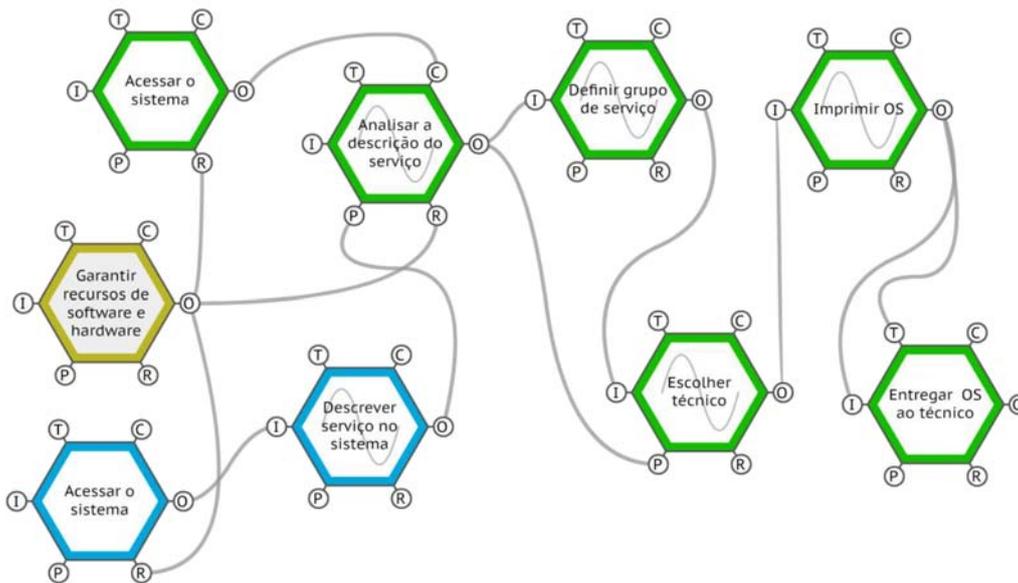
Função	Ator	Descrição
Acessar o sistema de manutenção	Solicitante	A partir do seu local de trabalho, o solicitante acessa o sistema informatizado com <i>login</i> e senha
Descrever serviço no sistema	Solicitante	O solicitante descreve a demanda de serviço no campo destinado a este fim
Acessar o sistema de manutenção	Chefe de manutenção	A partir do seu local de trabalho, o administrador das OS's acessa o sistema informatizado com <i>login</i> e senha,
Garantir recursos de <i>software</i> e <i>hardware</i>	Suporte de informática	Suporte operacional de sinal de internet, instabilidade de software e hardware. Esta função é de atribuição do CISI (setor responsável pelo suporte de informática no Centro de pesquisa)
Analisar a descrição do serviço	Chefe de manutenção	O administrador analisa o que o solicitante escreveu como demanda de serviço
Definir grupo de serviço	Chefe de manutenção	A partir da análise é possível classificar esta demanda em um dos grupos de serviço
Escolher técnico	Chefe de manutenção	O administrador seleciona o técnico ou equipe que está mais preparado ou disponível para atender àquela demanda
Imprimir OS	Chefe de manutenção	Imprimir o formulário de OS
Entregar OS ao técnico	Chefe de manutenção	O técnico comparece ao escritório, quando então o administrador das OS's entrega ao técnico

#### 4.2.2.2 Modelagem FRAM

O modelo gerado no *software* FMV foi elaborado de acordo com os passos descritos em Hollnagel (2018). O modelo é constituído de nove funções, as quais representam a instanciação de atendimento inicial da manutenção predial desde a solicitação de serviço até a liberação da ordem de serviço para o técnico ir ao local do serviço de manutenção. Desse modo, esse trabalho buscou analisar a instanciação durante o atendimento através do sistema de manutenção, não sendo abordadas outras formas de atendimento de manutenção.

A figura 19 apresenta a representação gráfica do trabalho como realizado (WAD – *Work as Done*) através do FRAM. As funções representadas em azul no modelo

FRAM são executadas pelos solicitantes, as outras destacadas em verde são funções executadas pelo chefe de manutenção. A função em amarelo é executada pelo suporte de *software* e *hardware*. As funções <descrever serviço no sistema>, <analisar a descrição do serviço>, <definir grupo de serviço>, <escolher técnico> e <imprimir OS> foram identificadas com variabilidade real na saída. Estas funções são sinalizadas por uma onda senoidal dentro do hexágono que representa a função.



**Figura 19** - Modelagem FRAM do atendimento inicial de manutenção predial da organização de P&D  
 Legenda: Nas funções, a letra I indica o aspecto Input; O, Output; P, Pré-condição; R, Recurso; T, Tempo; e C, Controle. A descrição dos aspectos encontra-se na seção 2.4.3

O atendimento inicial de manutenção se inicia através de uma solicitação formal por parte do solicitante. Para solicitar um serviço, a pessoa autorizada acessa o sistema através de *login* e senha, conforme a função <acessar o sistema>. Para efetuar a solicitação, o usuário deverá preencher as informações contidas na tela do solicitante. A tela mostra três campos para preenchimento: (i) centro de custo que é a unidade administrativa a qual o solicitante está vinculado, (ii) local do serviço que é o laboratório ou sala onde se encontra a demanda de manutenção, geralmente identificado pelo nome do laboratório ou número da sala que apresenta a seguinte lógica: letra identificando o bloco – numeral cardinal, e.g, F-220 e (iii) descrição do serviço que é o campo destinado ao usuário para que este descreva com suas palavras a manutenção requerida, representado pela função <descrever serviço no sistema>.

Após o preenchimento dos dados, o sistema solicitará ao usuário o envio do pedido, para que este se torne efetivamente uma solicitação de serviço. É gerado

automaticamente um número de pedido, que ficará registrado na conta do solicitante. Após a emissão da solicitação, o usuário poderá verificar o andamento da solicitação, uma vez que o sistema dispõe do item – solicitações – destinado a esse fim.

O chefe de manutenção, ou seu preposto, acessa o sistema de manutenção mediante *login* e senha, conforme a função <acessar o sistema> e monitora constantemente com o intuito de verificar novas solicitações. A função <analisar a descrição do serviço> é iniciada quando ele visualiza uma nova solicitação. Para atendimento da solicitação o chefe de manutenção usa como pré-condição os dados de local, solicitante e descrição de serviço. Para a emissão da ordem de serviço (OS), o chefe de manutenção analisa a descrição do serviço, escolhe o grupo de serviço adequado para atender àquela solicitação e após designa o técnico responsável para atendimento. No sistema já estão cadastrados os nomes dos técnicos, alocados por seu grupo de atuação.

A solicitação pode apresentar três *status* na tela principal do chefe de manutenção, a saber: “aguardando recebimento”, “em andamento” e “atendido”. “Aguardando recebimento” significa que a solicitação ainda não gerou ordem de serviço. “Em andamento” significa que foi gerada uma ordem de serviço para a solicitação e está aguardando a visita do técnico. “Atendido” significa que o serviço foi encerrado. O sistema oferece ainda um relatório que mostra a situação de cada ordem de serviço, conforme o quadro 12.

**Quadro 12 - Status dos serviços no sistema de manutenção**

<b>Situação da ordem de serviço</b>	<b>Descrição</b>
Em avaliação	A ordem de serviço encontra-se aberta aguardando atendimento
Aguardando material do estoque	Foi requisitado material ao estoque do DPADI para a ordem de serviço em questão e está aguardando a compra
Aguardando material do laboratório	Foi requisitado material ao laboratório para a ordem de serviço em questão e está aguardando a compra
Aguardando material do programa	Foi requisitado material à coordenação do programa para a ordem de serviço em questão e está aguardando a compra
Atendido	O serviço foi executado e encerrado
Cancelado	A ordem de serviço foi cancelada por pedido do solicitante ou devido a impossibilidade de realização do serviço
Encerrado por expiração de tempo	Quando o cliente não manifesta o interesse na realização do serviço dentro de 90 dias, a ordem de serviço é encerrada.

A fim de garantir o bom funcionamento do sistema de manutenção, existe no processo a função <garantir os recursos de *software* e *hardware*>, função sob

responsabilidade do CISI (Centro de Integração de Serviços de Informática), que é uma gerência subordinada à DPADI. Esta gerência é responsável por desenvolver e prestar manutenção em todos os sistemas corporativos da Administração Central da Coppe, orientar na aquisição e uso de *hardware* e *software*, além de buscar e avaliar novas tecnologias e desenvolver projetos de implantação e melhoria de redes locais e acesso à internet.

A função <entregar OS ao técnico> é iniciada todo início de turno, quando os técnicos comparecem ao setor de gerenciamento de serviço com o objetivo de pegar as OS's já disponibilizadas para execução, que geralmente foram emitidas no dia anterior. Após executar todas as OS's ou quando retornam para almoçar, os técnicos comparecem novamente ao setor para verificar a existência de novas OS's que surgiram neste intervalo em que estiveram em atendimento.

#### 4.2.2.3 Caracterização e análise das variabilidades

Neste item será realizada a caracterização e análise das variabilidades durante o processo de emissão de ordens de serviço. A modelagem realizada apontou para a função <analisar a descrição do serviço> como início do processo de atendimento de manutenção predial. No entanto, foi evidenciado que as demais funções assumem papel importante no sistema, que contribuem para o sucesso ou insucesso da manutenção predial, conforme será explorado no caso 2.

A análise das variabilidades desse processo permitiu identificar os pontos que mais interferem no desempenho do sistema. O Quadro 13 apresenta: as funções, o respectivo ator, a saída de cada função e as variabilidades de desempenho em termos de tempo e precisão da saída. A fim de classificar as variabilidades concernentes ao tempo foram utilizados os seguintes termos: “em atraso” quando a saída de uma função não ocorre no tempo exato; “em tempo” quando a saída ocorre no tempo exato; e “antecipado” quando acontece antes do esperado. Para classificar as variabilidades concernentes à precisão, utilizaram-se os seguintes termos: “preciso” para saídas que atendem às necessidades de uma função *downstream*<sup>10</sup>; “aceitável” para saídas que dependem de algum grau de regulação e “impreciso” para saídas incompletas ou ambíguas, requerendo interpretação ou conferência suplementar.

---

<sup>10</sup> O termo *downstream* representa as funções posteriores às funções que estão no foco, ou seja, cuja variabilidade está sendo considerada e analisada (HOLLNAGEL, 2018).

De acordo com os acoplamentos presentes em cada função é possível compreender e identificar a ressonância funcional, que é a combinação da variabilidade interna de uma função com a variabilidade de outra função com a qual se acopla (HOLLNAGEL, 2012). Para as funções aonde não foram identificadas variabilidades, utilizou-se o termo “Não Aplicável”.

A primeira função a ser analisada é <analisar a descrição do serviço>. A função é considerada crítica por ser uma condicionante para o início do atendimento de manutenção e é a que é objeto de mais queixas por parte do pessoal do centro de manutenção. As atividades concorrentes do chefe de manutenção podem causar atraso no atendimento.

A função <analisar a descrição do serviço>, com relação à precisão da saída, a variabilidade está relacionada à capacidade dos funcionários em analisar a descrição do serviço solicitado de modo que esta esteja completa e correta quando for disponibilizada aos técnicos de manutenção, uma vez que somente o chefe de manutenção possui condições de analisar a descrição do serviço, o que na sua ausência pode não ser executada de forma precisa.

A função <analisar a descrição do serviço> é fator preponderante para a definição do grupo de serviço, representada pela função <definir grupo de serviço> e atua como pré-requisito para a escolha dos técnicos que serão alocados para aquela ordem de serviço através da função <escolher técnico>, uma vez que a definição do grupo de serviço de forma equivocada causará uma alocação de pessoal técnico de forma inadequada. Os dados oriundos das entrevistas mostram a necessidade de informações mais detalhadas por parte do solicitante. Por outro lado, a experiência do chefe de manutenção e seus prepostos é um recurso fundamental para a execução destas funções, uma vez que requer a interpretação da descrição do serviço, o que nem sempre é uma tarefa trivial, de modo que as pessoas envolvidas conseguem manter uma eficiência considerável no processo de emissão de OS.

Para a designação da equipe técnica, informalmente, o chefe de manutenção adota como critério sua experiência nas atividades de manutenção predial, a qualificação, a capacitação de cada um além do balanço de carga de trabalho entre os técnicos, neste caso dispondo de uma planilha eletrônica que contém a quantidade de ordens de serviço distribuídas por cada técnico. Este procedimento evita que uma quantidade de ordens de serviço sobrecarregue um único técnico.

Mediante análise do serviço requisitado, em virtude do grau de dificuldade da tarefa, pode ser necessária alocação de mais profissionais, e.g, profissionais que tenham treinamento na NR-35<sup>11</sup> para os casos de trabalho em altura. Também, se houver uma indisponibilidade de um técnico em determinado grupo de atuação, é possível remanejar profissionais de outros grupos para realizar um determinado serviço.

Para fazer a composição da equipe, o sistema não permite selecionar mais de um profissional para a tarefa, pois o campo que contém o nome dos técnicos só pode ser preenchido com um nome. Neste caso, os profissionais adicionais são inseridos no campo de observação.

**Quadro 13** - Análise da variabilidade das funções durante o atendimento inicial de manutenção predial no sistema de informação (CISI)

Função	Ator	Saída	Variabilidade	
			Temporal	Precisão
Acessar o sistema de manutenção	Solicitante	Sistema acessado	<b>Não aplicável</b>	<b>Impreciso:</b> O local do serviço pode ser preenchido de forma equivocada
Descrever serviço no sistema	Solicitante	Informação do serviço descrita	<b>Em tempo</b>	<b>Impreciso:</b> Na maioria dos casos o solicitante não possui conhecimento suficiente para descrever o serviço de forma compreensível
Acessar o sistema de manutenção	Chefe de manutenção	Sistema acessado	<b>Em atraso</b> Atividades concorrentes do chefe de manutenção causa demora no acesso ao sistema	<b>Aceitável</b>
Garantir recursos de <i>software e hardware</i>	CISI		<b>Em tempo</b>	<b>Aceitável</b>
Analisar a descrição do serviço	Chefe de manutenção	Serviço analisado	<b>Em atraso:</b> Atividades concorrentes do chefe de manutenção causa demora na visualização da solicitação e conseqüentemente atraso na geração da ordem de serviço	<b>Aceitável:</b> A descrição do serviço por vezes não está compreensível, o que requer um contato complementar com o solicitante com o intuito de elucidar o serviço requerido.

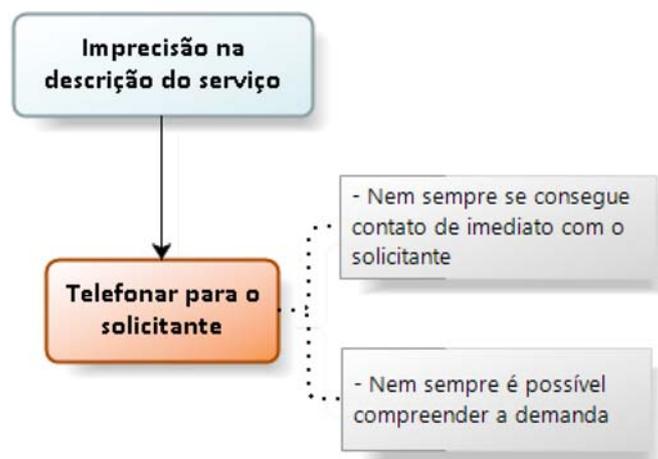
<sup>11</sup> Norma Regulamentadora nº 35, elaborada pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) que versa sobre trabalho realizado em altura.

**Quadro 13** - Análise da variabilidade das funções durante o atendimento inicial de manutenção predial no sistema de informação (CISI) (continuação)

Definir grupo de serviço	Chefe de manutenção	Grupo definido	<b>Em tempo</b>	<b>Aceitável:</b> Diante da descrição do serviço de forma incorreta ou incompleta, por parte do solicitante, pode haver erro de classificação do serviço
Escolher técnico	Chefe de manutenção	Técnico escolhido	<b>Em tempo</b>	<b>Aceitável:</b> A designação da equipe técnica depende da disponibilidade e capacitação dos profissionais, o que requer uma tomada de decisão por parte do chefe de manutenção
Imprimir OS	Chefe de manutenção	OS gerada e impressa	<b>Em atraso:</b> Demora na impressão por falha nas impressoras do setor Este evento faz com que a impressão seja realizada em local a 200 metros de distância do setor, o que atrasa a emissão da ordem de serviço	<b>Preciso</b>
Entregar OS ao técnico	Chefe de manutenção	OS entregue	<b>Em atraso:</b> Os técnicos podem demorar para retornar ao CM para pegar as OS pois depende de disponibilidade uma vez que estão em serviço externo e na maioria das vezes voltam ao centro de manutenção quando encerram os atendimentos que já estão em curso	<b>Preciso</b>

A função <analisar a descrição do serviço> é constantemente executada para dar prosseguimento ao atendimento de manutenção predial. A imprecisão na descrição do serviço (ver figura 20) gera a necessidade de um contato complementar, via telefone, com o solicitante em busca de detalhes em relação ao serviço requerido. Contudo, em alguns casos, o chefe de manutenção não consegue contato imediato com o solicitante

ou, quando consegue, ainda sim a demanda continua sem compreensão. Neste caso, se a análise da descrição não puder ser concretizada de forma satisfatória, o chefe de manutenção libera a OS para os técnicos, que se encarregarão de verificar a demanda correta no local do trabalho.



**Figura 20** - Manifestação da variabilidade na saída da função <analisar a descrição do serviço>

A falta de habilidade do solicitante em descrever detalhadamente o serviço requerido, alinhada a necessidade de um contato complementar pela chefia de manutenção na tentativa de alimentar a ordem de serviço com detalhes pertinentes tornam essa atividade relativamente difícil e dependente de tempo adicional.

Em situações de grande demanda de serviço, principalmente de caráter emergencial, o chefe de manutenção necessita acompanhar de perto esses trabalhos. Diante disso, os auxiliares assumem a atividade de gerar as ordens de serviço, ficando a análise prejudicada uma vez que estes não possuem qualificação suficiente para analisar as solicitações de serviço. Neste caso o técnico vai ao local diretamente e levanta na hora as necessidades de execução para o serviço.

Durante as observações podemos ver que as interrupções são comuns, uma vez que outros profissionais os interrompem para obter informações sobre serviços ou solicitar alguma ferramenta. Estas interrupções dificultam os funcionários em manter o foco na avaliação das solicitações entrantes no sistema de manutenção.

Devemos também apontar a pressão que é imposta pelos solicitantes que repetidas vezes ligam para o escritório requerendo informação sobre seus serviços. Foi observado também que a lista de material levantada por diversas vezes é passada ao escritório de forma verbal ou em uma folha de papel que o técnico dispunha na hora do

serviço, o que pode resultar em erros de compreensão das peças e consequentemente ser enviado de forma equivocada ao solicitante.

#### 4.2.2.3 Proposição de ações mitigadoras

A partir da compreensão e análise das variabilidades, conforme explorado no item anterior, foi possível estabelecer algumas ações mitigadoras fossem traduzidas em requisitos de sistema. No quadro 14 são apresentadas as variabilidades identificadas na instanciação, as eventuais ressonâncias e as ações mitigadoras propostas.

**Quadro 14** – Proposição de ações mitigadoras de controle da variabilidade

<b>Função</b>	<b>Variabilidade interna</b>	<b>Variabilidade ressonante</b>	<b>Ação mitigadora</b>
<b>Acessar o sistema (solicitante)</b>	Preenchimento de locais específicos de forma equivocada	Pode impactar o atendimento pois o técnico pode ir ao local errado ou não encontrar o local	Realizar um levantamento em todas as unidades que requerem manutenção a fim de cadastrar os locais vinculados.  Vincular cada solicitante cadastrado no sistema aos locais sob influência deste solicitante. Esta ação minimiza os preenchimentos manuais e consequentemente a incidência de erros de preenchimento
<b>Descrever serviço no sistema</b>	Na maioria dos casos o solicitante não possui conhecimento e habilidade suficiente para descrever o serviço de forma completa e compreensível	A descrição incompleta e imprecisa do serviço provoca variabilidades nas funções à jusante, pois projetam erros na execução da atividade e atraso no atendimento	Estabelecer procedimentos no sistema de modo a facilitar a descrição do serviço.
<b>Acessar o sistema (Chefe de manutenção)</b>	Atividades concorrentes do chefe de manutenção podem incluir atraso na visualização das solicitações	Podem implicar na demora do início do atendimento	Destinar e treinar um funcionário que fique responsável pelo monitoramento das solicitações no sistema e também pelo encerramento das OS's. Esta ação visa liberar o chefe de manutenção para que ele possa exercer função de supervisão dos trabalhos dos técnicos.

**Quadro 14** – Proposição de ações mitigadoras de controle da variabilidade (continuação)

<b>Análise da descrição do serviço</b>	Necessidade de contato complementar com o solicitante devido a incompreensão da descrição do serviço	A não realização do contato faz com que o técnico vá ao local do serviço sem a informação adequada, o que pode causar atrasos na execução e/ou retrabalho	Modificar o sistema de modo que o solicitante seja capaz de fornecer as informações necessárias à manutenção
	Não realização da análise ou uma análise equivocada	Erro de classificação do grupo de serviço e alocação da equipe técnica de forma inadequada	
<b>Escolher técnico</b>	A escolha da equipe técnica para uma determinada OS depende da qualificação e capacitação de cada um.	Atraso na execução do serviço por indisponibilidade de pessoal	O sistema deve contabilizar as OS's por profissional e indicar para o administrador das OS's a quantidade de cada um para auxiliar na tomada de decisão de alocação dos técnicos.
<b>Imprimir OS</b>	Falha nas impressoras do setor faz com que a impressão seja realizada em local a 200 metros de distância do setor, o que depende da disponibilidade de pessoal para ir buscar as folhas impressas	O tempo despendido nesta função impacta em tempo adicional para iniciar o atendimento, uma vez que, nestas situações, o pessoal do CM acumula a quantidade de OS's impressas para ir buscar de uma só vez	De modo garantir a eficiência do processo, o setor deve manter as duas impressoras sempre em operação, deixando sempre um cartucho de reserva guardado no setor.
<b>Entregar OS ao técnico</b>	Os técnicos podem demorar para pegar a ordem de serviço pois depende de disponibilidade uma vez que estão em serviço externo e na maioria das vezes voltam ao centro de manutenção quando encerram os atendimentos que já estão em curso		Montar um escaninho na entrada do CM, que fica no andar térreo, para depósito das OS's.

#### 4.1.3. Especificação de requisitos

Após a elicitación dos requisitos, conforme explorado no item anterior, torna-se possível elaborar um documento de especificações de requisitos (SRS). Neste trabalho objetivou-se descrever os requisitos funcionais de sistema, os quais apresentam um

nível de detalhamento de modo a permitir a compreensão por parte dos *stakeholders* da manutenção predial bem como dos desenvolvedores de software.

Foram identificados quatro requisitos funcionais (RF), conforme apresentados no quadro 15. Para cada requisito é identificado o ator responsável, o objetivo, a descrição detalhada do requisito e a saída produzida.

**Quadro 15** – Especificação de requisitos para o sistema de informação da manutenção predial

<b>RF01</b>	<b>Acesso do solicitante ao sistema</b>
<b>Ator</b>	<b>Usuário solicitante de serviço</b>
<b>Objetivo</b>	Requerer <i>Login</i> e senha do solicitante
<b>Descrição</b>	O sistema deve vincular cada solicitante cadastrado aos locais (laboratórios) sob sua influência; Disponibilizar as opções de locais para que o solicitante possa selecionar
<b>Saída</b>	Acesso permitido à plataforma
<b>RF02</b>	<b>Nova solicitação de serviço</b>
<b>Ator</b>	<b>Usuário solicitante de serviço</b>
<b>Objetivo</b>	Acesso à tela de solicitação de serviço
<b>Descrição</b>	Ao clicar no ícone “nova solicitação”, o sistema deve verificar a existência de OS’s que não receberam a avaliação final do serviço pelo solicitante; Se houver alguma OS, pendente de avaliação final, o sistema deve comunicar as OS’s pendentes; O sistema deve mostrar um ícone para que o solicitante acesse a OS’s pendentes e execute a avaliação; Quando não houver OS’s pendentes, o sistema pode liberar a tela para nova solicitação;
<b>Saída</b>	Tela de solicitação de serviço liberada
<b>RF03</b>	<b>Detalhamento dos requisitos de entrada</b>
<b>Ator</b>	<b>Usuário solicitante de serviço</b>
<b>Objetivo</b>	Fazer o detalhamento dos requisitos do serviço
<b>Descrição</b>	O sistema deve mostrar um campo com “Tipo de aparelho” com as seguintes opções de seleção para o solicitante: Ar-condicionado, Geladeira, Bebedouro, Freezer; Na seleção do aparelho “Ar-condicionado”, o sistema deve oferecer as seguintes opções de seleção para o solicitante: Split, Janela; O sistema deve mostrar um campo “Tipo de serviço” com as seguintes opções de seleção para o solicitante: Instalação, Conserto; Se for selecionado Instalação, o sistema deve mostrar as opções: Possui instalação elétrica? Possui instalação de dreno? Com caixas SIM, NÃO para escolha do solicitante; Se for selecionado “Conserto”, o sistema deve mostrar o campo: “Altura do aparelho” com as seguintes opções de seleção: até 2 metros, 2 a 3 metros, acima de 3 metros.

**Quadro 15** – Especificação de requisitos para o sistema de informação da manutenção predial  
(continuação)

<b>Descrição</b>	<p>O sistema deve mostrar um campo “Falha apresentada” com as seguintes opções para seleção do solicitante: incapacidade de refrigeração, congelamento, vazamento, ruído, aparelho não liga, limpeza;</p> <p>O sistema deve mostrar um campo “Melhor horário de atendimento” para o solicitante escrever a melhor opção.</p> <p>Vincular a seleção de ar-condicionado, geladeira, freezer ou bebedouro ao grupo de serviço “Refrigeração”;</p> <p>Vincular todas as informações selecionadas em um banco de dados.</p>
<b>Saída</b>	Serviço detalhado
<b>RF04</b>	<b>Geração da Ordem de serviço</b>
<b>Ator</b>	<b>Chefe de manutenção</b>
<b>Objetivo</b>	Analisar a descrição dos requisitos apontados pelo solicitante e emitir a OS
<b>Descrição</b>	<p>Na aba detalhes, ao clicar, o sistema deve mostrar na tela um relatório com os requisitos de serviço indicados pelo solicitante;</p> <p>O sistema deve mostrar as opções de técnicos cadastrados em cada grupo de serviço;</p> <p>Destinar um campo para preenchimento com requisitos do serviço não detalhados pelo solicitante, mas que o chefe de manutenção julga necessário à execução do serviço;</p> <p>O sistema deve oferecer ao chefe de manutenção, uma função (enviar ao cliente), que permita comunicar ao cliente, quaisquer requisitos de entrada não detalhados por ele, mas que forem pontuados pelo chefe de manutenção durante a análise crítica. Esta comunicação pode se dar através de mensagem enviada ao e-mail cadastrado;</p> <p>O sistema deve contabilizar a quantidade OS's por profissional e indicar para o administrador das OS's a quantidade de cada um para auxiliar na tomada de decisão de alocação dos técnicos;</p> <p>O sistema deve permitir, ao administrador das OS's, selecionar múltiplos técnicos para o serviço;</p> <p>Quando for gerado o número da OS, o sistema deve vincular este número ao pedido e mostrar na área de acompanhamento do solicitante;</p> <p>Destinar campo para assinatura do avaliador dos requisitos do cliente</p>
<b>Saída</b>	Ordem de serviço gerada

#### 4.1.4 Discussão

Em relação à metodologia adotada, a integração dos aportes da Ergonomia com a ferramenta FRAM mostrou-se adequada à proposta da pesquisa, visto que objetivou compreender o trabalho como realizado. Esta abordagem engendra uma contribuição para a engenharia de *software*, não só a partir de constatações nítidas no ambiente de trabalho, mas também nos possibilita fazer inferências potenciais de situações ocultas

ou nebulosas, o que muitas vezes não são verbalizadas pelos usuários de sistemas ou que não são captadas de modo imediato pelo profissional de ergonomia.

Três grandes situações críticas foram consideradas preponderantes para a condução de melhorias no sistema de informação utilizado na manutenção predial (CISI). Primeiro a situação da descrição do serviço pelo solicitante. Segundo, a alocação de pessoal técnico para as atividades e por último a priorização no atendimento de manutenção. No presente trabalho nós adotamos como foco para proposição de melhorias, a situação da descrição do serviço pelo solicitante, a qual foi diagnosticada como aspecto causal que mais gera impactos na atividade.

Quanto à descrição do serviço podemos evidenciar que, a falta de habilidade dos solicitantes na descrição do problema que requer uma intervenção de manutenção é, de fato, o que causa impactos mais significantes na manutenção predial, pois vai agregando perdas progressivas durante todo o curso do trabalho. Portanto, a fim de manter a eficiência do sistema, diversas regulações são empregadas durante todo curso da manutenção, desde a emissão da OS até o fechamento do serviço. Isto explica o fato de serem constatados impactos globais na ponta, ou seja, quando o serviço já está sendo realizado. Os impactos identificados no trabalho de manutenção de ar-condicionado, conforme será extensamente explorado no caso dois, tem estreita relação com os problemas identificados no processo seminal da manutenção predial, que se inicia já na solicitação.

Deste modo, é de suma importância a modificação do sistema de informação para que este agregue eficiência ao processo de manutenção predial, reduzindo a ocorrência de erros de execução e retrabalhos. Não obstante, é necessário que seja oferecido aos clientes um treinamento de como utilizar o novo sistema. Este fato deve ser considerado, pois a maioria dos usuários não está familiarizada com a interface CMMS, que se utiliza de termos padronizados de descrição de falhas, o que, se não for devidamente inserido na rotina das pessoas que solicitam serviço, pode causar maiores problemas para a manutenção.

A alocação de pessoal técnico para as tarefas de manutenção e a priorização no atendimento à manutenção foram consideradas como exigências de decisão bastante demandadas durante a operação da manutenção. Estes momentos poderão ser abordados numa outra oportunidade, para aprimorar o sistema de manutenção para auxiliar a

tomada de decisão quanto à alocação de pessoal técnico de manutenção predial e priorização dos serviços.

## 4.2 CASO 2: CONSTITUIÇÃO DE PADRÕES ERGONÔMICOS PARA O APRIMORAMENTO DO SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE

Esta seção visa apresentar um estudo de caso realizado na atividade de manutenção de ar condicionado tipo *split*, na situação *in-loco*. O caso em questão propõe a identificação de padrões ergonômicos que contribuam para o aprimoramento do Sistema de Gestão da Qualidade, através do enquadramento destes padrões aos requisitos da norma ISO 9001:2015.

Iniciamos o desenvolvimento do estudo pela análise funcional da manutenção predial, seguido da identificação de padrões na atividade de manutenção em ar condicionado *split*. Por último, apresentamos os padrões identificados com seus respectivos enquadramentos aos requisitos da norma ISO 9001:2015.

### 4.2.1 *Análise Funcional*

Nesta etapa será demonstrado o repertório da ação ergonômica que foi utilizado para identificação dos padrões ergonômicos contribuintes para conferir conformidade, da atividade de manutenção de ar condicionado *split*, à norma ISO 9001:2015. Iniciamos pelo processo da construção social e finalizamos com a construção do modelo operante da atividade de manutenção em ar condicionado *split*.

#### 4.2.1.1 *Construção social*

Conforme a figura 21, a partir da demanda de certificação do Sistema de Gestão da Qualidade, foi estabelecida a construção social com as partes interessadas de forma tornar possível a realização do trabalho. O grupo de suporte (GS) é composto pelo diretor da instituição. O grupo de acompanhamento (GA), designado pelo próprio diretor, é formado por três pessoas do setor de assessoria de processos: uma assessora-líder e seus dois assistentes. De acordo com o diretor, os profissionais da equipe de assessoria de processos são os profissionais mais indicados para acompanhamento da equipe de ergonomia devido ao conhecimento sobre os processos de trabalho, bem como estarem altamente envolvidos com o processo de certificação do Sistema Gestão da Qualidade no escopo da manutenção predial.

Durante a reunião com o grupo de acompanhamento foram definidos os grupos de foco, os quais são formados pelos técnicos de manutenção em ar condicionado e pelo chefe de manutenção. Após essa reunião foi realizada a primeira visita ao Centro de Manutenção e primeiro contato com os funcionários.

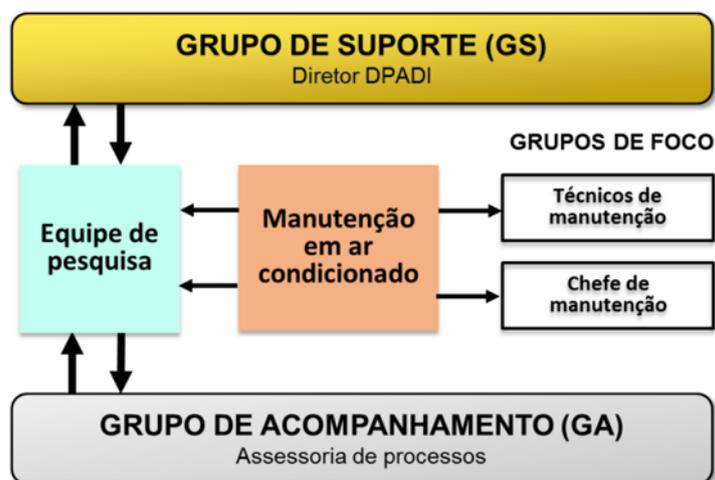


Figura 21 - Representação do relacionamento entre os grupos

#### 4.2.1.2 Análise global e Demanda ergonômica

A análise global foi realizada em três visitas ao Centro de Manutenção. Na primeira visita foi realizado um *walkthrough*<sup>12</sup> com acompanhamento do chefe de manutenção. Nesta oportunidade, foi solicitada a relação de funcionários do setor, com o intuito de constituir um conhecimento da população. Na segunda e na terceira visita buscou-se a interação direta com os funcionários por meio da ação conversacional e da observação etnográfica, frequentando as oficinas e os locais comuns, como o refeitório. Para conseguir sucesso nesta etapa, foi estabelecido um conjunto de aspectos (quadro 16), que ajudassem na aquisição de uma compreensão ampliada do setor.

Quadro 16 – Aspectos coletados durante a análise global

Aspectos	Descrição
<b>Cultura Organizacional</b>	Conhecimento sobre a cultura do setor. Valores cultivados e tipo de relacionamento praticado entre os funcionários.
<b>Contexto</b>	Conhecimento das instalações e localização frente aos locais de atendimento, lógica de produção.
<b>Meios de trabalho</b>	Ferramentas utilizadas, procedimentos, normas, ritmo de trabalho adotado, contingenciamentos.
<b>Agravos imediatos</b>	Ausências de Ergonomia imediatamente detectáveis, <i>insights</i> de melhorias futuras.

<sup>12</sup> Uma primeira visita pela área, realizando breves interações, sempre se apresentando e comunicando a razão da breve visita à área (VIDAL, 2003).

## Análise da população

O Centro de Manutenção, atualmente conta com 26 profissionais, dos quais 14 são contratados pela CLT<sup>13</sup> e 12 contratados pelo RJU<sup>14</sup>. As pessoas que atuam no CM são majoritariamente do sexo masculino, de modo que há somente uma pessoa do sexo feminino, no setor administrativo. A distribuição dos profissionais está ilustrada na figura 22, conforme a função exercida.

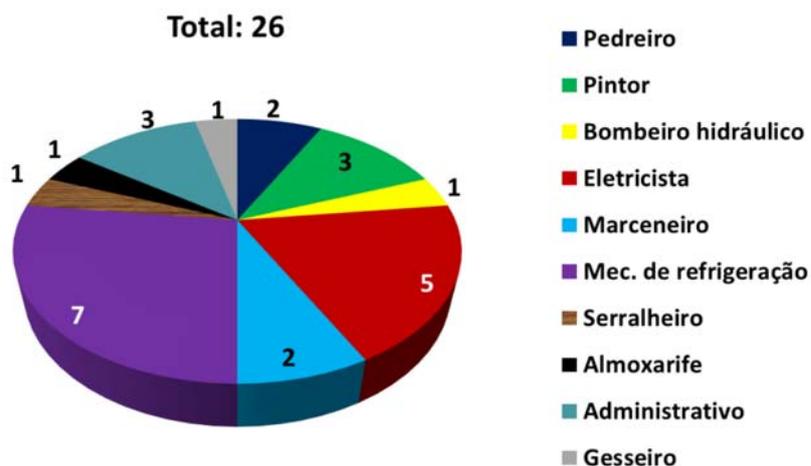


Figura 22 – Distribuição dos profissionais do Centro de Manutenção

Conforme ilustrado na figura 22, a alocação dos recursos humanos é mais expressiva nos grupos de manutenção de refrigeração e manutenção de ordem elétrica. O grupo de manutenção em refrigeração é composto por sete profissionais, divididos em duas equipes. A primeira equipe, composta por quatro profissionais, atende a manutenção de geladeiras, bebedouros, freezer e condicionador de ar tipo janela e a segunda equipe, composta por três profissionais, atende a manutenção em condicionadores de ar tipo *split*. O grupo de manutenção de ordem elétrica é composto por cinco profissionais.

## Operação do Centro de Manutenção

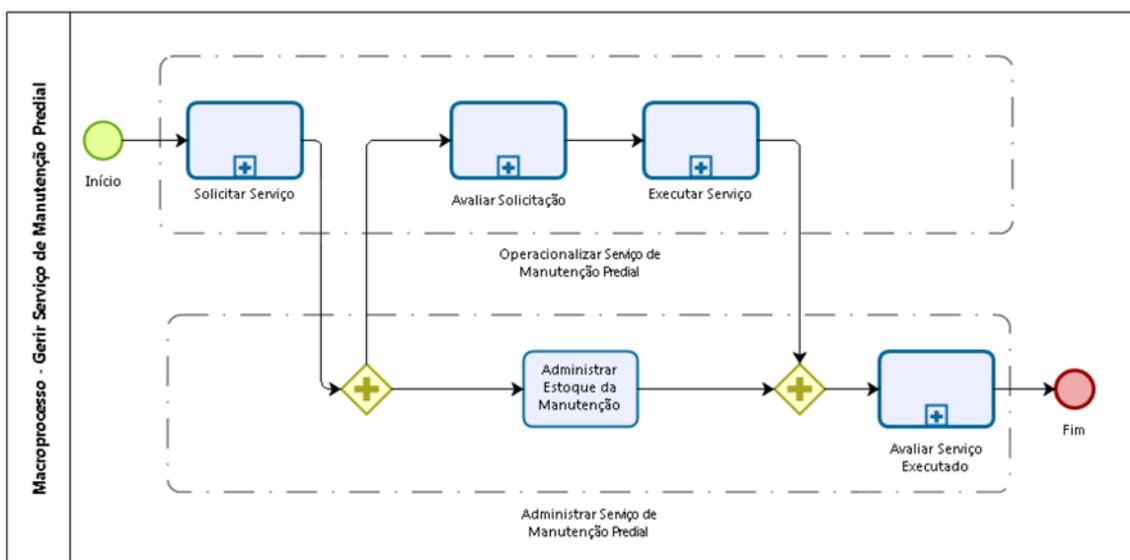
O macroprocesso da manutenção predial está estruturado em quatro grandes momentos, conforme ilustrado na figura 23: solicitação do serviço, avaliação da

<sup>13</sup> Consolidação das Leis do Trabalho: Sancionada através do Decreto-lei nº 5.452/1943 e regulamenta as relações de trabalho entre empregador e empregado.

<sup>14</sup> Regime Jurídico Único: Compreende o título constante no artigo 39 da Constituição Brasileira de 1988, regulamentado pela Lei 8.112/1990, destinada a regular a carreira do servidor público brasileiro, especificando seus direitos e deveres;

solicitação, execução do serviço e avaliação do serviço executado. O primeiro momento ocorre quando o solicitante realiza um requerimento de manutenção através do sistema informatizado, que é recebido de forma *on-line* pelo chefe de manutenção. A partir do recebimento dos pedidos, o chefe de manutenção analisa a solicitação e gera uma ordem de serviço. Após, entrega ao técnico de manutenção para que este se dirija ao local da demanda.

O momento da execução do serviço inicia-se quando os técnicos comparecem ao local para verificar o defeito e executar a manutenção. Neste momento, se for necessária substituição de peças, os técnicos anotam as peças substituíveis em um formulário específico e entregam ao chefe de manutenção, que por sua vez digita a relação de peças e envia ao solicitante por *e-mail* para que este providencie. Assim que o solicitante estiver de posse dessas peças, ele reporta ao Centro de Manutenção, por telefone. Então, o chefe de manutenção devolve a ordem de serviço aos técnicos que retornam ao local para instalação das peças, realização de testes operacionais e encerramento do serviço.

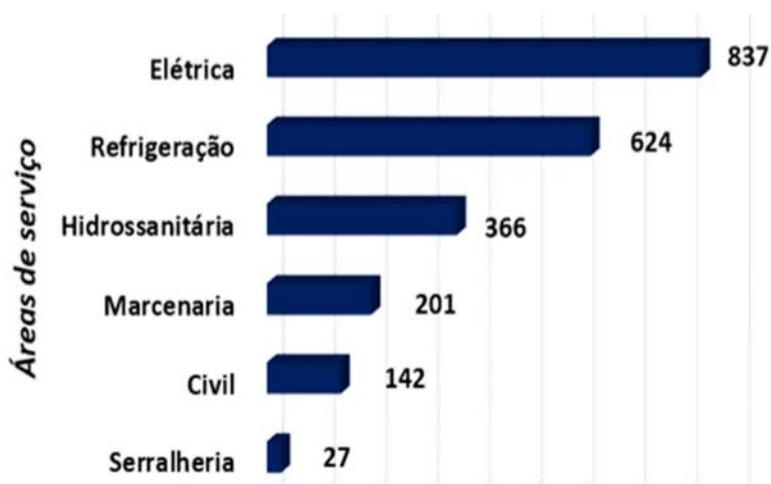


**Figura 23 - Macroprocesso de manutenção predial**

**Fonte:** Assessoria de processos do DPADI

Após ter acesso aos dados quantitativos das OS's emitidas (figura 24), um momento de reflexão foi considerado, pois tendemos a pensar que o setor de elétrica, que apresentou no ano de 2017, uma quantidade de OS's 12% superior à manutenção de refrigeração, apresentaria uma indicação prioritária para a ação ergonômica. Contudo a interação com o chefe de manutenção inverteu este pensamento. Para o chefe de manutenção, a expressividade do número de OS's para o setor de elétrica é impactada

pela grande quantidade de chamados para serviços por ele considerados simples, como troca de lâmpadas e tomadas, enquanto que na manutenção de refrigeração “*todos os serviços são complicados*”. O sistema de manutenção não possui um recurso que discrimina a ação de manutenção realizada em particular, por isso não foi possível classificar os tipos de manutenção realizada dentro de cada grupo.



**Figura 24** – Ordens de serviço distribuídas por áreas de serviço, realizadas no ano de 2017  
**Fonte:** Elaborado pelo autor com base nos dados da assessoria de processos do DPADI

Uma segunda reunião foi realizada com os assessores de processo, membros do grupo de acompanhamento. Nesta reunião foi apontada a manutenção em ar condicionado como carente de diversas melhorias devido às queixas de sobrecarga de trabalho dos trabalhadores.

A entrevista com o chefe de manutenção confirmou a indicação para ação ergonômica no setor de refrigeração. Esta demanda foi justificada por ele pelo fato do setor apresentar significativa demanda de trabalho e diversos relatos de queixas de cansaço físico e estresse por parte dos funcionários. Nesta oportunidade foi possível evidenciar que as ações de manutenção ocorrem, em sua grande maioria, em função de uma falha ou defeito detectado nos edifícios ou em seus equipamentos, ou seja, a manutenção pode ser entendida como tipicamente corretiva.

O sistema de condicionamento de ar compõe um grande sistema bastante difundido na literatura, como HVAC, abreviatura do termo inglês *heating, ventilation and air-conditioning*, conhecido na língua portuguesa como AVAC (aquecimento, ventilação e ar-condicionado), que são três funções distintas, mas fortemente relacionadas na climatização de ambientes e edifícios, atuando como responsáveis pela

qualidade do ar interior e conforto térmico dos seus usuários. Durante a ação ergonômica foi verificado que o sistema HVAC é comumente conhecido e tratado pelo pessoal envolvido como sistema de refrigeração.

O ar-condicionado tipo *split* é composto basicamente por duas unidades, uma condensadora e outra evaporadora. A unidade condensadora fica instalada do lado externo da edificação ao passo que a unidade evaporadora fica instalada no lado interno da edificação. Estas duas unidades são ligadas por dois tubos de cobre com isolamento térmico e cabeamento elétrico.

Um aparelho condicionador de ar do tipo *split* admite variados tipos de intervenção de manutenção, tais como: limpeza de filtro, limpeza das serpentinas, substituição de placas eletrônicas de controle, substituição de ventilador, carga de gás refrigerante, substituição de compressor entre outras.

As fotos 3 e 4 ilustram o setor de refrigeração. A foto 3 mostra um armário de ferramentas, cilindro de oxigênio e ao fundo uma prateleira onde são guardadas as peças em bom estado para reposição.



**Foto 3 -** setor de refrigeração

A foto 4 mostra as bancadas onde é realizada a manutenção nos aparelhos de ar condicionado que requerem uma intervenção mais detalhada ou quando não é praticável no próprio local onde está instalado.



**Foto 4** - Bancadas de trabalho do setor de refrigeração

Apesar do Centro de Tecnologia (CT) da UFRJ possuir outros centros de ensino que não fazem parte da Coppe; o Centro de Manutenção, em parceria com a decania, realiza serviços em todo o CT. De acordo com o chefe da manutenção, estima-se que haja no CT cerca de 5000 aparelhos de ar condicionado, mostrando como a demanda do setor de refrigeração é significativa.

O trabalho de manutenção nos sistemas de refrigeração pode ser realizado de dois modos: O equipamento é removido do local e levado para a oficina ou a atividade de manutenção é executada *in-loco*, ou seja, diretamente no local onde está instalado o equipamento. Geralmente os condicionadores de ar tipo janela são removidos do local e levados para a oficina, o que não ocorre na maioria das vezes com o tipo *split*. Isto se dá devido a maior quantidade de peças em relação ao de janela e ao fato da remoção apresentar maior dificuldade uma vez que é necessária a movimentação de carga em altura, geralmente pelo lado externo da edificação.

Diante das constatações na análise global, foi possível estabelecer a demanda ergonômica. Na visita de análise global, alguns problemas foram evidenciados, tais como informação deficiente para os técnicos executarem o trabalho e retorno à oficina

por repetidas vezes na busca de ferramentas. Nesta etapa, foi observado que técnicos do setor de refrigeração chegavam ao Centro de Manutenção demonstrando exaustão após as tarefas realizadas fora da oficina.

Desta forma, como este setor possui uma grande demanda e o esforço realizado pelos trabalhadores se destacou em relação aos demais, optou-se por estudar o serviço de manutenção em aparelhos de ar condicionado tipo *split*.

A partir da definição da demanda ergonômica, nós utilizamos o instrumento LICTA (ARCURI, 2016) com o intuito de extrair um direcionamento inicial sobre a atividade de manutenção em ar condicionado e conseqüentemente ensejar um pré-diagnóstico da atividade.

#### 4.2.1.3 Aplicação do instrumento LICTA

Para a aplicação do instrumento LICTA, os três técnicos de manutenção em ar condicionado *split* foram entrevistados e observados durante a atividade de trabalho. Nas tabelas a seguir são mostrados os resultados da avaliação, aonde **T1**, **T2** e **T3** representam as respostas dos técnicos de refrigeração e **Erg**, representa o parecer do profissional de ergonomia. Nas tabelas 3, 4 e 5, utilizou-se como escala a seguinte estrutura: **(O)** Ótimo; **(MB)** Muito Bom, **(B)** Bom, **(R)** Ruim e **(MR)** Muito Ruim.

Resultante da análise demonstrada na tabela 2, o transporte a pé é o único meio disponível para se dirigir aos locais de serviço, o que resulta em percorrer uma distância significativa durante o turno de trabalho.

**Tabela 3** - Análise do aspecto "lugar" com LICTA

	LUGAR				
	T1	T2	T3	Erg	Observações
Transporte a pé	MR	R	R	MR	"a pé é o único meio de transporte"
Dificuldade de se localizar	B	MB	B	R	
Relacionamento com os clientes	B	MB	B	MB	"tem uns que reclamam do nosso serviço"
Segurança	R	B	R	R	"subir no telhado é muito arriscado"

O item segurança também apontou diversos agravos. Por exemplo, em um serviço em um dos laboratórios do segundo andar do prédio do CT, para alcançar o compressor do aparelho de ar-condicionado, localizado no lado externo do prédio, o

técnico necessitou ficar em uma posição, que oferecia risco de queda e lesão no tórax (foto 5). É importante ressaltar que o meio de acesso mais adequado nesta situação seria pelo lado externo, através de uma escada ou por meio de andaime.



**Foto 5** – Técnico executando manutenção no ar condicionado de um laboratório localizado no segundo andar do edifício

Resultante da análise demonstrada na tabela 4, o equipamento de transporte de ferramentas é limitado e não comporta todo o ferramental necessário para a manutenção, muito embora os técnicos tenham julgado como “Bom”. A comunicação durante a realização da atividade é prejudicada diante da necessidade de um técnico ficar do lado interno e outro do lado externo da edificação. Para fazer frente a essa limitação, os técnicos recorrem ao grito e quando estão distantes um do outro, faz-se necessário que um dos técnicos vá ao encontro do outro para passar uma informação.

**Tabela 4** - Análise do aspecto "instrumentação" com LICTA

	INSTRUMENTAÇÃO				Observações
	T1	T2	T3	Erg	
Acesso ao aparelho	R	R	B	R	<i>“às vezes é difícil localizar a unidade externa..., vai por tentativa e erro”</i>
Equipamento de transporte	B	B	B	R	
Ferramental	R	MR	R	MR	<i>“faltam algumas ferramentas básicas”</i>
Comunicação	R	R	MR	MR	<i>“não temos rádio”</i>

Outro fato importante a se destacar é a improvisação de ferramentas. Ao precisarem de iluminação adequada, os técnicos recorriam à lanterna do celular (foto 6)

e, por diversas vezes, precisaram voltar ao Centro de Manutenção para procurar ferramentas adequadas ao serviço.



**Foto 6** - Técnico iluminando o quadro de força com a lanterna do telefone celular

O acesso ao aparelho por diversas vezes é dificultado devido ao local de instalação. A foto 7 ilustra essa dificuldade, pois o aparelho de ar condicionado foi instalado em cima de uma pia, o que impede que o técnico tenha um acesso integral a todas as partes do aparelho.



**Foto 7** - Dificuldade de acesso ao aparelho de ar condicionado

Em relação à análise do aspecto clima (tabela 5), o impacto mais preponderante na realização das atividades ao ar livre é a exposição à radiação solar, principalmente no

verão, o que foi constatado em diversas oportunidades. Em dias chuvosos, os técnicos não executam trabalhos que os exponham às intempéries.

**Tabela 5** - Análise do aspecto "clima" com LICTA

	CLIMA				
	T1	T2	T3	Erg	Observações
Chuva	R	MR	B	R	"se chover a gente não sai"
Radiação solar	MR	R	R	MR	"no verão desgasta muito"

Para a avaliação dos itens constantes nas tabelas 6, 7 e 8, utilizou-se como escala a seguinte estrutura: **(MA)** Muito Alto; **(A)** Alto; **(M)** Médio; **(B)** Baixo e **(MB)** Muito Baixo. O objetivo desta etapa é extrair dos técnicos o grau de exigência durante o desempenho da atividade.

Na avaliação do primeiro aspecto, relativo às demandas físicas (tabela 6), o item "força física" foi o que revelou exigência mais significativa, tanto na visão dos técnicos quanto no parecer do profissional de ergonomia. Para os técnicos, a unidade externa, do ar condicionado *split*, é a que mais contribui para o desconforto físico, uma vez que estas unidades são instaladas diretamente no piso, o que requer que o técnico trabalhe agachado ou curve a coluna para intervir na unidade.

**Tabela 6** - Análise do aspecto "demandas físicas" com LICTA

	DEMANDAS FÍSICAS				
	T1	T2	T3	Erg	Observações
Força física	A	MA	A	A	Posturas forçadas durante as atividades
Falar	B	MB	B	M	Requer uso do grito em algumas situações
Ouvir	B	B	M	M	
Visual	A	M	M	A	

Durante o acompanhamento das atividades em campo foram evidenciadas posturas forçadas durante a execução da atividade de manutenção (foto 8).



**Foto 8** - Postura forçada do técnico durante intervenção em aparelho de ar condicionado

Conforme mostrado na tabela 7, as demandas cognitivas são expressivas. A memória é requisitada com frequência, pois os técnicos necessitam lembrar uma grande quantidade de informações sobre a situação dos aparelhos, além de guardar na memória as peças de substituição para informar ao chefe de manutenção.

Durante as observações em campo, os técnicos precisam se atentar não só para as condições do aparelho de ar condicionado, mas também para as condições do ambiente em que este aparelho está instalado. A redução do nível da atenção pode contribuir para a ocorrência de acidentes ou incidentes, visto que em diversas oportunidades os técnicos estarão acessando áreas que não oferecem um nível de segurança confortável.

A decisão também é um elemento continuamente presente na manutenção de ar condicionado *split*. Por diversas vezes os técnicos se deparam com uma situação adversa, como por exemplo, a falta de uma peça de substituição ou quando o cliente compra uma peça de forma equivocada. Neste caso, para não atrasar a execução do serviço, os técnicos recorrem à oficina para verificar se existe uma peça usada para resolver o problema até a chegada da peça nova.

**Tabela 7 - Análise do aspecto "demandas cognitivas" com LICTA**

	DEMANDAS COGNITIVAS				Observações
	T1	T2	T3	Erg	
Atenção	MA	A	MA	MA	
Concentração	MA	A	MA	MA	
Raciocínio	MA	A	A	MA	
Memória	MA	MA	A	MA	O técnico precisa recordar as peças necessárias para o serviço
Decisão	A	MA	MA	MA	
Interpretação	A	A	A	MA	Bastante requerida na solução de panes

A necessidade de interrupção do trabalho para pegar ferramentas ou equipamentos, bem como o deslocamento entre o CM e o local de atendimento de manutenção, aumentam a pressão temporal, conforme ficou explicitado nas respostas dos técnicos e constatado pela equipe de ergonomia (tabela 8).

A ausência de um protocolo padronizado para estabelecimento da prioridade de atendimento e a alocação dos técnicos em outras áreas, em virtude de uma necessidade, também contribui para o aumento da pressão temporal.

**Tabela 8 - Análise do aspecto "demandas organizacionais" com LICTA**

	DEMANDAS ORGANIZACIONAIS				Observações
	T1	T2	T3	Erg	
Pressão temporal	A	MA	A	A	
Interrupção	A	A	M	A	
Divisão de tarefas	A	MA	A	MA	"somos pau pra toda obra"

O trabalho *in-loco*; na avaliação do profissional de ergonomia, é o que pareceu contribuir com agravos mais preponderantes à qualidade, bem como a saúde e segurança dos técnicos, sendo considerado como ação prioritária para a ação uma vez que apresentou, entre outros fatores, execução do trabalho em local a céu aberto ou em altura. Portanto, o trabalho *in-loco* não dispõe da mesma estrutura de uma oficina e por repetidas vezes apresenta difícil acesso ao equipamento que requer a intervenção de manutenção.

#### 4.2.1.4 Pré-diagnóstico

Objetivando a demanda demonstrada no item 4.2.1.2, foi eleito o setor de refrigeração tendo como foco a manutenção de ar condicionado tipo *split*, fora da oficina e após ampla análise da situação, conclui-se que aparentemente:

- a falta de informação com relação ao serviço e local do trabalho;
- a forma deficiente de comunicação entre os técnicos;
- o uso de material pesado e/ou de difícil movimentação e
- a improvisação de material,

que foram contatadas nas observações, conversas e análises de documentos nesta etapa da Análise Ergonômica, faz com que os técnicos façam percursos desnecessários, utilizem materiais inadequados ao trabalho, o que, é bastante provável que explique a demora na execução do atendimento e o penoso esforço físico dos trabalhadores.

#### 4.2.1.5 Modelo Operante

A construção social junto aos técnicos de manutenção de ar-condicionado revelou para a equipe de Ergonomia que a atividade de substituição do compressor; na opinião dos técnicos, é a que demanda maior investimento de recursos físicos, humanos e financeiros. Para executar esta atividade, equipe de manutenção necessária é formada por três técnicos. Os técnicos trocam de posição frequentemente, alternando entre as atividades nas unidades externa e interna.

Para descrever os procedimentos executados pelos técnicos durante a atividade de substituição de compressor, a equipe foi observada durante a execução do trabalho, o que possibilitou a construção do fluxo de atividades conforme ilustrado nas figuras 25 e 26.

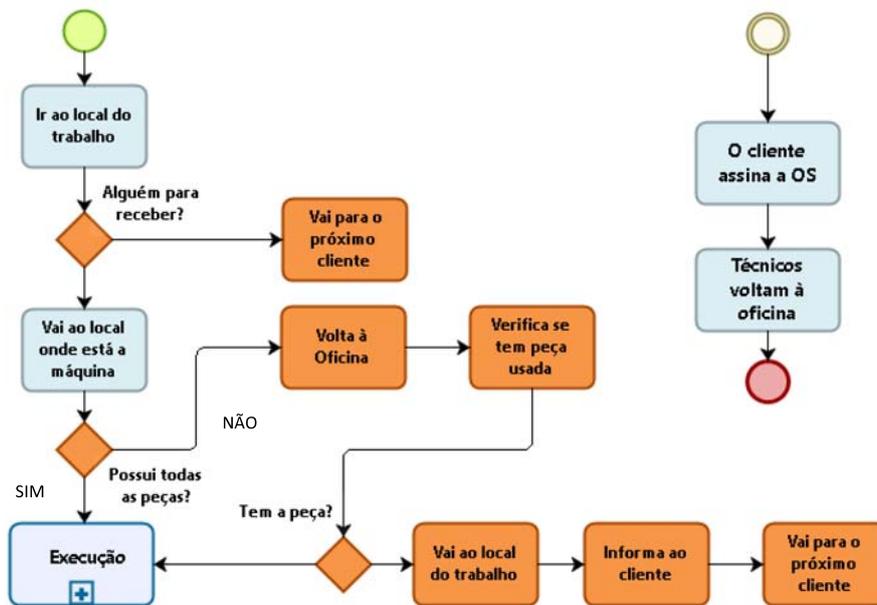


Figura 25 - Modelagem BPMN da atividade de troca de compressor

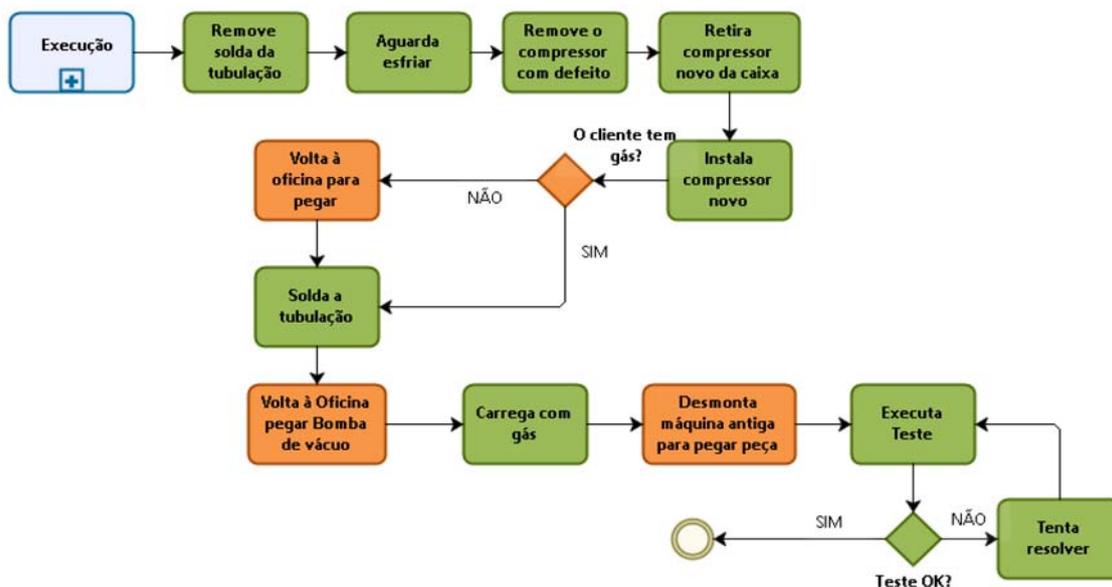


Figura 26 - Modelagem BPMN da atividade de troca de compressor (continuação)

Na figura 25 nós vemos que após o recebimento das ordens de serviço do dia, os técnicos saem do CM para o trabalho em campo. Como as ordens de serviço não trazem informações detalhadas sobre o local e o tipo do serviço a realizar, frequentemente os técnicos tem dificuldade de encontrar o local e não levam todo o material necessário para não carregarem peso desnecessário.

Durante a ação conversacional com os técnicos foi levantado que nem sempre a equipe está completa. *“as vezes um precisa faltar e não tem ninguém pra substituir”*. Nesse caso os dois técnicos presentes vão ao local para tentar resolver o problema

O transporte do CM até o local do trabalho é dificultado pela forma irregular do calçamento e pela presença de obstáculos. A foto 9 ilustra o técnico levando o cilindro de gás acetileno, cujo carrinho tinha uma roda empenada e a alça muito curta, provocando uma postura forçada ao conduzi-lo.



**Foto 9** – Técnico do Centro de Manutenção da Coppe/UFRJ carregando o cilindro de gás

Ao chegar ao local de trabalho, eles procuram o solicitante do serviço para que este autorize a execução do serviço no dia. O local de realização do serviço pode conter diversas barreiras para a realização do mesmo, tais como a altura em que o aparelho de ar condicionado foi instalado, o acesso ao compressor, além das intempéries e a falta de material de reposição necessário à execução do trabalho.

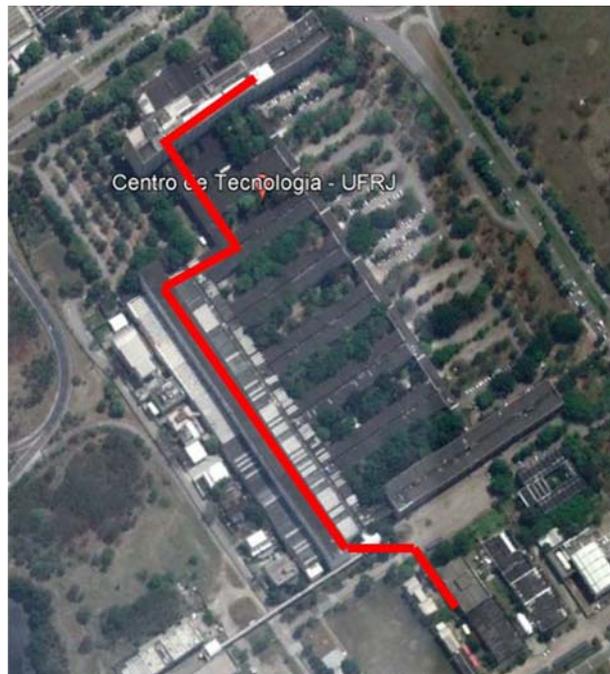
Por vezes os técnicos precisam atuar simultaneamente em locais diferentes já que, geralmente o aparelho de ar condicionado tipo *split* tem uma unidade instalada no ambiente interno e outra, que contém o compressor, instalada no ambiente externo. Assim, os técnicos se deparam com dificuldades de comunicação, o que dificulta e provoca atraso na execução do trabalho de manutenção. No acompanhamento das atividades foi possível evidenciar que os técnicos, geralmente, recorrem ao grito como forma de comunicação.

A foto 10 ilustra três dificuldades na realização do serviço. A primeira é que, por momentos variados, os técnicos precisam ficar em posições forçadas que provocam dores. A segunda é a frequente exposição ao sol no local de serviço, já que normalmente os compressores estão posicionados em ambientes externos. Considera-se que o serviço do dia desta foto foi realizado entre dez horas da manhã e meio dia, de forma que foi possível entender como os trabalhadores retornavam tão suados na primeira visita ao CM. A terceira é a ausência de quaisquer equipamentos de proteção individual.



**Foto 10** – Técnico do Centro de Manutenção da Coppe/UFRJ realizando uma troca de compressor de um ar condicionado tipo *split*

Adicionalmente, observou-se em todos os dias do acompanhamento da rotina dos técnicos de refrigeração, repetidas interrupções para retorno ao CM com o objetivo de buscar material ou ferramentas. Levando em consideração que o CM atende a todo o CT, calculou-se o espaço percorrido entre o CM e o local mais distante a ser atendido, desconsiderando as escadas. Essa distância é cerca de 900 metros, calculada com o auxílio do *Google Maps* e está esquematizada na foto 11.



**Foto 11** – Percurso realizado pelos técnicos de manutenção do Centro de Manutenção Predial da Coppe/UFRJ até o local mais distante dentro do Centro de Tecnologia  
**Fonte:** Elaboração própria baseado em Google Maps, 2018

#### **4.2.2 Identificação de Padrões**

A identificação de padrões se valeu da proposição de soluções ergonômicas-tipo, dos pontos positivos coletados em campo (boas práticas) e sugestão de oportunidades de melhoria.

##### **4.2.2.1 Proposição de soluções ergonômicas-tipo**

Neste item será apontado cada problema identificado na ação ergonômica realizada na atividade de manutenção de ar-condicionado *split*. Foram identificados oito problemas distintos decorrentes da ação ergonômica. Cada problema engendra um impacto situado no trabalhador e também um impacto abrangente, representado por algum tipo de perda na organização, seja de qualidade ou de desempenho. Para mitigar estes impactos foram propostas soluções ergonômicas-tipo. O quadro 17 apresenta estas soluções em conjunto com a devida justificativa.

**Quadro 17 - Lista de problemas e soluções ergonômicas-tipo**

<b>Problema:</b> O solicitante descreve um local que não é facilmente identificável pelo pessoal da manutenção predial	
<b>Impacto</b>	Provoca dificuldade de localização, gerando perda de tempo na execução do serviço.
<b>Solução ergonômica-tipo</b>	Cadastrar no sistema todos os locais de atendimento
<b>Justificativa</b>	Reduzir o tempo de atendimento em decorrência de dificuldade de localização
<b>Problema:</b> O técnico entrega a relação de peças de forma verbal ou anotada em uma folha de papel inadequada	
<b>Impacto</b>	Execução de retrabalho em decorrência de erros de informação de peças de reposição.
<b>Solução ergonômica-tipo</b>	Revisar a Ordem de Serviço de forma a destinar um campo específico para registro das peças de substituição na própria ordem de serviço
<b>Justificativa</b>	Reduzir a incidência de erros de informação sobre peças substituíveis
<b>Problema:</b> Comunicação difícil do chefe de manutenção com os técnicos em campo	
<b>Impacto</b>	O chefe de manutenção necessita utilizar o próprio telefone celular para se comunicar com os técnicos, o que gera atrasos na comunicação devido à dificuldade de área de cobertura telefônica.
<b>Solução ergonômica-tipo</b>	Aquisição de rádios de comunicação
<b>Justificativa</b>	Otimizar o tempo de atendimento de manutenção e reduzir a carga de trabalho nos trabalhadores.
<b>Problema:</b> Geralmente não há escada no local para acessar o aparelho de ar-condicionado	
<b>Impacto</b>	É preciso retornar ao Centro de Manutenção por repetidas vezes para buscar a escada ou pedir emprestado em outro local
<b>Solução ergonômica-tipo</b>	Aquisição de escadas e disponibilizá-las em cada bloco ou pavilhão
<b>Justificativa</b>	Otimizar o tempo de atendimento da manutenção e reduzir a carga de trabalho nos trabalhadores.
<b>Problema:</b> Os técnicos não dispõem de lanternas para as atividades de manutenção	
<b>Impacto</b>	É preciso utilizar a lanterna do celular, causando risco de acidente
<b>Solução ergonômica-tipo</b>	Aquisição de lanternas manuais e de cabeça a ser disponibilizada a cada técnico
<b>Justificativa</b>	Reduzir os riscos de acidente provocado por ferramenta não apropriada ao trabalho
<b>Problema:</b> Não há um meio de transporte adequado	
<b>Impacto</b>	O acesso aos locais é feito a pé, provocando perda de tempo no atendimento e desgaste físico aos técnicos
<b>Solução ergonômica-tipo</b>	Aquisição de carrinhos elétricos
<b>Justificativa</b>	Mitigar os agravos à saúde dos técnicos além de reduzir o tempo de atendimento de manutenção
<b>Problema:</b> Ausência de informação detalhada na OS para realização do serviço	
<b>Impacto</b>	O técnico precisa retornar ao CM para buscar ferramentas devido a ausência de informação na OS, o que provoca perda de tempo durante a execução do serviço
<b>Solução ergonômica-tipo</b>	Melhoria no sistema de solicitação de serviço de modo que seja possível especificar de forma mais detalhada a demanda de serviço

**Quadro 17 - Lista de problemas e soluções ergonômicas-tipo (continuação)**

<b>Justificativa</b>	Otimizar o tempo de atendimento de manutenção
<b>Problema:</b> Comunicação difícil entre os técnicos em campo	
<b>Impacto</b>	A comunicação é feita no grito entre o técnico que está no interior do edifício e o outro que está, por exemplo, no telhado. Quando não é possível esta comunicação um tem que ir ao encontro do outro, o que causa perda de tempo e risco de acidente
<b>Solução ergonômica-tipo</b>	Aquisição de rádios de comunicação
<b>Justificativa</b>	Otimizar o tempo de atendimento da manutenção bem como reduzir a carga de trabalho e risco de acidente.

#### 4.2.3 Enquadramento de Padrões aos requisitos ISO 9001

Depois de completadas as etapas anteriores, foi realizado o enquadramento dos 27 (vinte e sete) padrões levantados aos seguintes requisitos da norma ISO 9001:2015: liderança, apoio, operação e melhoria. Estes padrões estão elencados no quadro 18.

**Quadro 18 – Padrões de preenchimento dos requisitos ISO 9001**

<b>Requisito ISO 9001</b>	<b>item</b>	<b>Padrão</b>
<b>Liderança</b>	<b>5</b>	
Liderança e comprometimento	5.1	Adotar reuniões periódicas com as partes interessadas (clientes, funcionários e fornecedores) como intuito de disseminar a cultura de trabalho da organização.
Foco no cliente	5.1.2	Melhoria do sistema informatizado de manutenção com o intuito de aprimorar o levantamento dos requisitos do cliente. Isto se dá através de interface específica para que o cliente possa informar a demanda de forma mais detalhada, melhorando o entendimento por parte dos técnicos de manutenção.
	5.1.2	Treinamento inicial e periódico, no mínimo a cada dois anos, em relacionamento com o cliente.
<b>Apoio</b>	<b>7</b>	<b>Padrão</b>
Infraestrutura	7.1.3	Cada bloco ou pavilhão das áreas atendidas deve conter um local para guarda de pelo menos uma escada com alcance mínimo de 5 (cinco) metros
	7.1.3	A organização deve prover pelo menos dois carrinhos elétricos que estejam à disposição das equipes de manutenção para trabalho externo
	7.1.3	A organização deve prover para cada técnico de manutenção uma lanterna de cabeça
	7.1.3	A organização deve prover para cada técnico de manutenção uma lanterna manual

**Quadro 18 – Padrões de preenchimento dos requisitos ISO 9001 (continuação)**

		A organização deve elaborar e manter atualizada uma lista de ferramentas, comuns ou especiais, para cada área de manutenção predial
Competência	7.2	A organização deve elaborar um documento que contenha as competências técnicas e comportamentais que estejam alinhadas às necessidades da manutenção em ar condicionado e aos valores da organização.
	7.2	A organização deve prover, em intervalo periódico, treinamento ou dinâmica de grupo que promova o entrosamento da equipe de manutenção.
	7.2	Treinamento inicial e periódico, no mínimo a cada dois anos, sobre relacionamento com o cliente.
	7.2	Cada técnico de manutenção deve receber treinamento inicial teórico e prático pelo método <i>On the Job Training</i> nas tarefas de manutenção de ar condicionado, incluindo as peculiaridades de cada fabricante. Cada técnico deve receber treinamento de reciclagem periódico, no mínimo a cada dois anos.
	7.2	O chefe de manutenção deve realizar uma avaliação por meio de uma entrevista ou questionário com cada técnico, visando levantar necessidades de capacitação individual.
Comunicação	7.4	A organização deve prover pelo menos 2 (dois) rádios de comunicação por equipe de manutenção. Deve existir também um rádio na base de manutenção para viabilizar a comunicação do chefe de manutenção com os técnicos em campo.
Criação e atualização de informação documentada	7.5.2	A organização deve elaborar documentos de Instrução Técnica para as principais ações de manutenção em ar condicionado, por exemplo, troca de compressor, limpeza, instalação etc. A instrução deve conter, entre outras providências, as ferramentas necessárias àquela ação. Por exemplo, para substituição de compressor de ar condicionado <i>split</i> , necessita-se de bomba de vácuo, amperímetro, bloco <i>manifold</i> entre outras ferramentas.
<b>Operação</b>	<b>8</b>	<b>Padrão</b>
Planejamento e controle operacionais	8.1	Realização de um estudo das principais situações de contingência e elaborar um “Plano de Resposta à Emergência”, que forneça um protocolo à equipe de manutenção envolvida durante uma situação de contingência.
	8.1	Realização de simulação nas principais situações de contingência.
Comunicação com o cliente	8.2.1	Melhoria do sistema informatizado de manutenção com o intuito de aprimorar o levantamento dos requisitos do cliente. Isto se dá através de interface específica para que o cliente possa informar a demanda de forma mais detalhada, melhorando o entendimento por parte dos técnicos de manutenção.
Determinação de requisitos relativos a produtos e serviços	8.2.2	Estabelecimento das condições necessárias à realização do serviço. Este padrão é demonstrado pelas ferramentas de trabalho especificadas para cada situação de trabalho.

**Quadro 18 – Padrões de preenchimento dos requisitos ISO 9001 (continuação)**

Análise crítica de requisitos relativos a produtos e serviços	8.2.3	Revisar o modelo da Ordem de Serviço. O novo modelo deve conter um campo específico para registro da análise dos requisitos de entrada fornecidos pelo solicitante
Mudanças nos requisitos de serviço	8.2.4	Revisar o modelo da Ordem de Serviço. O novo modelo deve conter um campo específico para informações complementares. Estas informações são requisitos adicionais, a serem inseridos pelo chefe de manutenção, que não foram declarados pelo cliente.
Controle de produção e de provisão de serviço	8.5.1	Implantação de KPI's, no sistema informatizado, sobre cada ordem de serviço e também de forma global. O MTTR e MTBF (tempo médio entre reparo e tempo médio entre falhas), por exemplo, constituem ótimos indicadores de manutenção.
Identificação e rastreabilidade	8.5.2	Revisar o modelo da Ordem de Serviço: O novo modelo deve conter um campo específico “material necessário” para que o técnico relacione as peças de reposição, quando aplicável. Este procedimento objetiva um modo formal de registro das peças, evitando que os técnicos utilizem a memória ou registrem de modo inapropriado
		Deve existir um campo para que o técnico descreva a ação de manutenção realizada (parecer do técnico). Esta informação visa alimentar o sistema informatizado de manutenção com o objetivo de compor um histórico
Liberação de serviços	8.6	Ao fechamento do serviço, o sistema informatizado de manutenção deve prover um campo específico para que o cliente (pessoa cadastrada) possa realizar o aceite do serviço realizado via sistema, incluindo sua avaliação sobre o serviço.
<b>Melhoria</b>	<b>10</b>	<b>Padrão</b>
Melhoria contínua	10.3	A organização deve prover uma reunião com periodicidade semanal entre a chefia e os técnicos. A reunião visa levantar dificuldades e sucessos durante as atividades semanais.
	10.3	A organização deve prover treinamento, a intervalos periódicos, sobre prevenção de acidentes de trabalho a todo pessoal da manutenção.

#### **4.2.4 Discussão**

De acordo com o estudo realizado e diante dos resultados foi possível elaborar uma discussão sobre a metodologia utilizada para alcançar estes resultados, bem como a aderência dos padrões estabelecidos aos respectivos requisitos preconizados na norma NR ISO 9001:2015.

#### 4.2.4.1 Abordagem metodológica

A análise funcional promoveu, de forma inequívoca, a base de sustentação para a continuidade do trabalho. O estabelecimento dos aspectos (cultura organizacional, contexto, meios de trabalho e agravos imediatos) contribuiu com um direcionamento para responder à questão: o que eu quero saber sobre a organização? Estes aspectos se constituíram em um guia de possíveis evidenciáveis que pudessem contribuir de alguma forma para a compreensão da organização.

#### 4.2.4.2 Aderência dos padrões aos requisitos ISO 9001

Os agravos imediatos, levantados durante a análise global, foram confirmados ou complementados pela aplicação do instrumento LICTA, que foram posteriormente confirmados no modelo operante. O transporte a pé é o item que traz maior impacto

O item 5.1.2 da norma ISO 9001:2015 (foco no cliente) discute sobre a determinação, o entendimento e o atendimento dos requisitos dos clientes, estatutários e regulamentares. Este requisito pode ser atendido pelo padrão definido através da atualização do sistema informatizado, que foi amplamente abordado no caso 1 (um).

Portanto, tendo em vista o tamanho e a complexidade da organização em estudo, o aprimoramento do sistema informatizado é condição *sine-qua-non* para a efetividade na prestação do serviço de manutenção predial. Este aprimoramento possibilitará ao cliente, descrever seus requisitos (especificidades dos serviços de manutenção predial) de forma eficiente. Além disso, o sistema deve oferecer subsídios para que estes requisitos sejam analisados por pessoa capacitada, antes da demanda ser entregue ao técnico de manutenção.

O item 7.2 trata sobre a competência do pessoal. Para Almeida et al. (2018), o treinamento dos funcionários promove um aprimoramento das habilidades pessoais, permite a integração da comunicação entre os envolvidos além de servir como uma base para a melhoria sistemática da empresa. Além disso, o treinamento de funcionários também inclui o esclarecimento de direções estratégicas e metas de negócios para os funcionários, o que aumenta a clareza e o envolvimento individual.

Este padrão é corroborado por Pheng et al. (2001), onde o autor realça que o programa de treinamento em uma organização deve se iniciar com a identificação das

necessidades de treinamento, que podem ser realizadas pelos superiores imediatos e também com o próprio trabalhador.

A partir dos resultados do LICTA, o relacionamento com os clientes teve um julgamento de Bom a Muito bom, inclusive no parecer do profissional de ergonomia. Este ponto deve ser levado em consideração, pois sendo um dos princípios chave do SGQ, a organização deve manifestar a total disposição na manutenção e aprimoramento desta boa prática, difundindo-a nas demais áreas de manutenção.

Uma vez que os técnicos são os agentes que mantém contato direto com os clientes, eles representam toda a manutenção predial quando estão em atuação. Por isso, é de suma importância que os técnicos adotem práticas de relacionamento para lidar com os diversos tipos de público. Desse modo, o treinamento em atendimento ao público foi incluído como padrão, atendendo aos requisitos 7.2 e 5.2.1 da ISO 9001.

A emergência ou afloramento, propriedade dos sistemas complexos, que se caracteriza pelo fato de que mesmo conhecendo bem o sistema, sempre ocorrerão situações imprevisíveis, de maneira inesperada, pode ser gerenciada através da elaboração de um plano de manutenção em situação de contingência. Neste sentido, o padrão sugerido para atendimento ao requisito 8.1 (planejamento e controle operacionais) da ISO 9001, é a realização de um estudo das principais situações de contingência de manutenção predial, decorrente do aprendizado organizacional ao longo do tempo. Este estudo visa estabelecer um plano de ação a ser empregado nas situações de contingência.

Algumas situações de contingências, conforme apresentadas abaixo, foram verbalizadas pelo chefe de manutenção, as quais podem ser adotadas como ponto de partida para a elaboração do estudo.

- Vazamento de água ou esgoto que podem gerar grandes impactos;
- Curto-circuito em instalações elétricas;
- Falhas em ar condicionado de servidores de computação e;
- Infiltrações decorrentes de avarias nas coberturas.

É importante ressaltar que o padrão adotado, Plano de Resposta à Emergência (PRE), não se limita à manutenção em ar condicionado, mas a todas as situações que apresentarem a possibilidade de levantamento. Em complementação ao PRE, é de suma importância, a realização de treinamento com as equipes técnicas envolvidas nestes

potenciais eventos. Saurin et al. (2014) propôs a utilização de treinamentos com base em cenários prospectivos, que permitam a simulação de restrições de trabalho, com o objetivo de desenvolver, nos técnicos, habilidades de resiliência para agir, especialmente, durante situações inesperadas.

O controle de produção e provisão do serviço (item 8.5.1, ISO 9001:2015) requer a adoção de indicadores-chave, também conhecidos como KPI's (*key performance indicator*), que servirão de suporte para a gestão efetiva sobre a manutenção predial, incluindo a tomada de decisão quanto às ações de melhoria que se fizerem necessárias.

## Capítulo 5 CONCLUSÕES

Conforme o objetivo inicial desta dissertação – identificar e coletar padrões decorrentes da análise das atividades de manutenção predial e, a partir disso, agregar estes padrões aos requisitos de qualidade, preconizados na norma ISO 9001:2015 –, foi possível concluir que a condução da ação ergonômica, através dos procedimentos de Análise Global, o instrumento LICTA e a modelagem da atividade, contribuiu de forma inequívoca para extrair padrões que atendessem aos requisitos de qualidade.

A ideia do estabelecimento de padrões foi de permitir a agregação de procedimentos ou ações que eliminassem ou pelo menos mitigassem as ausências de ergonomia, verificadas durante a ação ergonômica, bem como extrair boas práticas adotadas pelo pessoal da manutenção, além de sugerir ações que contemplassem alguma melhoria em determinada situação de trabalho. Adicionalmente, estas iniciativas buscaram promover ações de contensão aos agravos, não só à saúde do trabalhador, mas também, em uma perspectiva macro, aos impactos globais no desempenho organizacional.

A questão de pesquisa abordada, conforme enunciada no item 1.1, foi: Como a gestão da variabilidade no processo de emissão de ordens de serviço contribui para a especificação de requisitos para o projeto de sistemas computacionais de suporte à manutenção de ar condicionado? Neste trabalho, resultante de um estudo empírico no Centro de Manutenção Predial de uma organização social de P&D, o foco de análise foi a atividade de emissão de ordem de serviço de manutenção predial em ar condicionado tipo *split*.

Neste trabalho buscamos utilizar os princípios da Ergonomia, principalmente quanto à questão das variabilidades emergentes na realização do trabalho, com o intuito de especificar requisitos funcionais de *software* para o aprimoramento do sistema de manutenção. Não houve, portanto, a pretensão de detalhar os requisitos não-funcionais do sistema, o que poderá ser desenvolvido em uma oportunidade futura.

Finalmente, como a Ergonomia atua como disciplina vinculante entre as ciências humanas e o projeto tecnológico, é razoável pensar que seus conceitos podem ser combinados com engenharia de software, a fim de melhorar a compreensão de como o trabalho é realizado, possibilitando um aprimoramento da arquitetura do sistema de informação.

Resultante desse processo, o objetivo do trabalho fora alcançado no tocante à proposição de padrões que preenchessem de forma satisfatória os requisitos da qualidade, preconizados pela norma ISO 9001, versão 2015. Não obstante, procurou-se estabelecer padrões que atendessem a sistemática da ISO 9001:2015 e, simultaneamente, conferisse algum nível resiliência às operações. Este nível de resiliência tende a promover, dentro da organização, a capacidade de se adaptar, responder e antecipar-se aos eventos indesejados, através do monitoramento das atividades de manutenção predial.

## REFERÊNCIAS

ALEXANDER, C. et.al. **A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction**. New York: Oxford University Press, 1977.

ALEXANDER, C. et.al. **The Timeless Way of Building**. New York: Oxford University Press, 1979.

ALMEIDA, D.; PRADHAN, N.; MUNIZ, J. Assessment of ISO 9001:2015 implementation factors based on AHP: Case study in Brazilian automotive sector, **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 35, n. 7, p.1343-1359, 2018.

ALVES, C. S. C. *Dos programas de qualidade aos programas de ergonomia: um aporte à gestão de mudanças em organizações industriais de grande porte*. 2005. 270p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

ARCURI, R. M. P. *Gestão da variabilidade em sistemas sociotécnicos complexos: o caso da manutenção de linhas de transmissão*. 2016. 116p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 9001: Sistemas de Gestão da Qualidade – requisitos**. Rio de Janeiro, 2015.

\_\_\_\_\_. **NBR 14037: Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos**. Rio de Janeiro, 2011.

\_\_\_\_\_. **NBR 9241: Requisitos ergonômicos para o trabalho com dispositivos de interação visual Parte 11: Orientações sobre usabilidade**, 2011.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO 9000: sistemas de gestão da qualidade – fundamentos e vocabulário**. Rio de Janeiro, 2015.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO 9004: Gestão para o sucesso sustentado de uma organização – uma abordagem da gestão da qualidade**. Rio de Janeiro, 2010.

BAMBER, C. J.; SHARP, J. M.; CASTKA, P. Third party assessment: the role of the maintenance function in an integrated management system. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 10, n. 1, p. 26–36, 2004.

BAR-YAM, Y. **Dynamics of Complex Systems (Studies in Nonlinearity)**. Massachusetts: Addison-Wesley, 1997.

BONFATTI, R. J. et al. **EAMETA: a friendly method of participatory analysis of work situations**. 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015) and the Affiliated Conferences, AHFE 2015. **Anais...Elsevier**, 2015

- BONFATTI, R. J; VIDAL, M. C. R. EAMETA: Um método amigável de análise participativa de situações de trabalho. **Ação ergonômica**, v. 11, n. 1, p. 1-16, 2017.
- BOOTH, W. C; COLOMB; G. G; WILLIAMS, J. M. **The craft of research**. 3 ed. Chicago: The University of Chicago Press, 2008.
- CAPRA, F. **O ponto de mutação: A ciência, a sociedade e a cultura emergente**. 26. ed. São Paulo: Cultrix, 1982.
- CARAYON, P. et al. Advancing a sociotechnical systems approach to workplace safety – developing the conceptual framework. **Ergonomics**, v. 58, n. 4, p. 548–564, 2015.
- CARVALHO, E. A; JATOBÁ, A; CARVALHO, P. V. R. Requirements Elicitation and Complex Systems Modeling: An Interdisciplinary Approach to Emergency Situations. **International and Interdisciplinary Conference on Modeling and Using Context**. 2017.
- CARVALHO, P. V. R. The use of Functional Resonance Analysis Method (FRAM) in a mid-air collision to understand some characteristics of the air traffic management system resilience. **Reliab Eng Syst Saf** v. 96, p. 1482-1498, 2011.
- CHENG, B.H.C; ATLEE, J.M. Research Directions in Requirements Engineering. **Future of Software Engineering, IEEE**, 2007.
- CILLIERS, P. **Complexity and postmodernism**. London: Taylor& Francis, 2002.
- CRESWELL, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa**. Tradução: Sandra M. Rosa. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2014.
- COPPE. Manual da Qualidade (MQ) do DPADI, 2016.
- COPPE. Página na internet do DPADI/ COPPE. Disponível em: <[http://coppeq.coppe.ufrj.br/self\\_audit.php](http://coppeq.coppe.ufrj.br/self_audit.php)>. Acesso em 20 de outubro de 2018.
- COPPE. Página na internet do DPADI/ COPPE. Disponível em: <[http://dpadi.coppe.ufrj.br/praticas\\_gestao/cadeia\\_de\\_valor/index.php](http://dpadi.coppe.ufrj.br/praticas_gestao/cadeia_de_valor/index.php)>. Acesso em 06 de novembro de 2018.
- COPPE. Página na internet do DPADI/ COPPE. Disponível em: <[http://dpadi.coppe.ufrj.br/resultados\\_gerais/certificacoes\\_self-audit.php](http://dpadi.coppe.ufrj.br/resultados_gerais/certificacoes_self-audit.php)>. Acesso em 06 de novembro de 2018.
- COPPE. Página na internet do DPADI/ COPPE. Disponível em: <[http://coppeq.coppe.ufrj.br/self\\_audit.php](http://coppeq.coppe.ufrj.br/self_audit.php)>. Acesso em Acesso em 06 de novembro de 2018.
- COPPE. Página na internet do DPADI/ COPPE. Disponível em: <<http://www.coppe.ufrj.br/mapalocalizacao/>>. Acesso em 21 de outubro de 2018.

- CYBIS, W; BETIOL, A. H; FAUST, R. **Ergonomia e usabilidade**. 3 ed. São Paulo: Novatec, 2015.
- DANIELLOU, F.; SIMARD, M.; BOISSIÉRES, I. **Human and Organizational Factors of Safety: a state of the art**. Number 2011. Toulouse, France: 2011.
- DERAKHSHANMANESH, M.; FOX, J.; EBERT, J. Requirements-driven incremental adoption of variability management techniques and tools: an industrial experience report. **Requirements Engineering**, p. 1-22, 2014.
- DUL, J.; NEUMANN, W. P. Ergonomics contributions to company strategies. **Applied Ergonomics**, v. 40, n. 4, p. 745–752, 2009.
- EKLUND, J. A. **A developmental quality approach for ergonomics**. Comptes rendus du congrés SELF-ACE 2001 - Les transformations du travail, enjeux pour l’ergonomie. **Anais...2001**
- EKLUND, J. A. E. Ergonomics and Quality Management – Humans in interaction with Technology, Work Environment, and Organization. **International Journal of Occupational Safety and Ergonomics**, v. 5, n. 2, p. 143–160, 1999.
- EMERSON, R. M; FRETZ, R. I; SHAW, L. L. **Writing ethnographic fieldnotes**. 2 ed. Chicago: The university of Chicago Press, 2011.
- FUNDAÇÃO NACIONAL DA QUALIDADE (FNQ). **Critérios compromisso com a excelência: Avaliação e diagnóstico da gestão organizacional**. São Paulo, 2014.
- \_\_\_\_\_. **Instrumento de avaliação da maturidade da gestão**. 21 ed. São Paulo, 2017.
- \_\_\_\_\_. **Modelo de Excelência da Gestão (MEG): Guia de referência de excelência da gestão**. São Paulo, 2011.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GORNY, A. **Choice and assessment of improvement measures critical for process operation (in reference to the requirements of ISO 9001:2015)**. MATEC Web of Conferences, 2017.
- GÜÉRIN, F. et al. **Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia**. São Paulo: Edgard Blucher, 2001.
- GUIZZE, C. L. C. *Modelo de avaliação de maturidade organizacional para ação ergonômica*. 2011. 209p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- HABTOOR, N. Influence of human factors on organisational performance: Quality improvement practices as a mediator variable. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 65, n. 4, p.460-484, 2016.

- HELANDER, M. G; BURRI, G. J. Cost effectiveness of ergonomics and quality improvements in electronics manufacturing. **International Journal of Industrial Ergonomics** v. 15, p. 137-151, 1995.
- HENDRICK, H. W. Determining the Cost-Benefits of Ergonomic Interventions and Factors that Lead to Their Success. **Ação Ergonômica**, v. 1, n. 2, p. 7 – 12, 2011.
- HIGNETT, S. et al. What is the relationship between human factors & ergonomics and quality improvement in healthcare? **Contemporary Ergonomics and Human Factors 2015**, 2015.
- HOLLNAGEL, E. **A brief Guide on how to use the FRAM Advice to Readers**, 2012.
- HOLLNAGEL, E. **Barriers and accident prevention**. Aldershot: Ashgate Publishing Limited, 2004.
- HOLLNAGEL, E.; GOTEMAN, Ö. The Functional Resonance Accident Model. **Proceedings of cognitive system engineering in process plant**, p. 155–161, 2004.
- HOLLNAGEL, E.; HOUNSGAARD, J.; COLLIGAN, L. **FRAM – the Functional Resonance Analysis Method - a handbook for the practical use of the method**. Middelfart, Denmark: ProGrafisk, 2014.
- HOLLNAGEL, E. The Functional Resonance Analysis Method: A brief Guide on how to use the FRAM, 2018. Disponível em:  
<http://functionalresonance.com/onewebmedia/FRAM%20Handbook%202018%20v4.pdf>
- HOYLE, D. **ISO 9000 Quality Systems Handbook**. 4. ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2001.
- \_\_\_\_\_. **Quality Management Essentials**. 3. ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2007.
- \_\_\_\_\_. **ISO 9000 Quality Systems Handbook: using the standards as a framework for business improvement**. 7 ed. New York: Routledge, 2017.
- IEEE COMPUTER SOCIETY. IEEE 830. **Recommended Practice for Software Requirements Specifications**. 1998.
- IIDA, I. Ergonomia: projeto e produção. 2 ed. São Paulo: Edgarg Blücher, 2005.
- INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION (IEA). Disponível em <https://www.iea.cc/whats/index.html>. Acesso em 05 de fevereiro de 2019.
- JASIULEWICZ-KACZMAREK, M. ISO 9000:2015 Quality Management Principles as the framework for a Maintenance Management System. **Organizacja i Zarządzanie**, n. 69, p. 49–65, 2016.
- JASIULEWICZ-KACZMAREK, M.; PIECHOWSKI, M.; SZAFER, P. Improvement Maintenance Processes through CMMS System. **Advances in Economics, Business and Management Research**, v. 31, n. January, p. 195–200, 2017.

- JATOBÁ, A. et al. Contributions from cognitive engineering to requirements specifications for complex sociotechnical systems: A case study in the context of healthcare in Brazil. **Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service**, v. 29, n. 1, p. 63-77, 2019.
- JATOBÁ, A. et al. Patient visits in poorly developed territories: a case study with community health workers. **Cognition, Technology & Work**, v. 20, n. 1, p. 125–152, 2018.
- KARAPETROVIC, S. ISO 9000, service quality and ergonomics. **Managing Service Quality**, v. 9, n. 2, p. 81–89, 1999.
- KARAPETROVIC, S.; WILLBORN, W. Integration of quality and environmental management systems", **The TQM Magazine**, v. 10, n. 3, p. 204-213, 1998.
- KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**, Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009, 384p
- KARWOWSKI, W. Ergonomics and human factors: The paradigms for science, engineering, design, technology and management of human-compatible systems. **Ergonomics**, v. 48, n. 5, p. 436–463, 2005.
- LEVESON, N. G. **Engineering a Safer World: Systems Thinking Applied to Safety**. Massachussets: MIT Press, 2011.
- LEVINE, D.I.; TOFFEL, M.W. Quality Management and Job Quality: How the ISO 9001 Standard for Quality Management Systems Affects Employees and Employers. **Management Science** v. 56, n. 6, p. 978-996, 2010.
- MAFRA, J. R. D.; BARROS, S. R. TEODORO P. DE. Ergonomia e emergência na concepção do sistema de atendimento em vias públicas. **Ação ergonômica**, v. 1, n. 4, p. 17, 2003.
- MÁSCULO, F. S.; VIDAL, M. C. R. **Ergonomia: Trabalho adequado e eficiente**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. v. 1
- MIGUEL, P. A. C; CARPINETTI, L. C. R; GEROLAMO, M. C. **Gestão da Qualidade ISO 9001:2008: princípios e requisitos**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- MISZTAL, A. Technical Determinants of Success in Quality Management Systems Implementation in the Automotive Industry. **International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering**, v. 9, n. 8, p. 2502-2507, 2015.
- MOBUS, G. E.; KALTON, M. C. **Principles of Systems Science: Understanding Complex Systems**. New York: Springer New York Heidelberg, 2015.
- MOREIRA, L. R. *A Ergonomia de concepção baseado no raciocínio compartilhado*. 2014. 122p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

NEVES, J. C. B. *A integração da Ergonomia aos programas de gestão e governança corporativos: definição de um modelo de gestão assentado em boas práticas*. 2014. 121p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

OMG. BPMN - **Business Process Model and Notation**, v 2.0.2. OBJECT MANAGEMENT GROUP. [S.l.], p. 532. 2013. (formal/13-12-09).

PARIÉS, J. Complexity, Emergence, Resilience.... In: WOODS, D. D.; HOLLNAGEL, E. (Eds.). **Resilience Engineering: Concepts and Precepts**. London: Ashgate, 2006.

PATRIARCA, R. et al. The Functional Resonance Analysis Method for a systemic risk based environmental auditing in a sinter plant: A semi-quantitative approach.

**Environmental Impact Assessment Review**, v. 63, p. 72–86, 2017.

PATRIARCA, R.; DI GRAVIO, G.; CONSTANTINO, F. A. Monte Carlo evolution of the Functional Resonance Analysis Method (FRAM) to assess performance variability in complex systems. **Safety Science**, v. 91, p. 91-49, 2017.

PAVARD, B; DUGDALE, J. The contribution of complexity theory to the study of socio-technical cooperative systems.... In: MINAI, A. A; BAR-YAM, Y. (Eds.).

**Unifying themes in complex systems**. New York: Springer Berlin Heidelberg, 2006.

PHENG, L. S; WEE, D. Improving maintenance and reducing building defects through ISO 9000. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 7, n. 1, p. 6-24, 2001.

POLTRONIERI, C. F; GEROLAMO, M. C; CARPINETTI, L. C. R. An instrument for the assessment of management systems integration. *Gestão e Produção*, v. 24, n. 4, p. 638-652, 2017.

PRESSMAN, R. S. **Software Engineering: A practitioner's approach**. 7. ed. New York: McGraw-Hill, 2010.

PRESSMAN, R.S. **Software Engineering: a practitioner's approach**. 5. ed. New York: McGraw-Hill series in computer science, 2001.

RASMUSSEN, J. **On the Structure of Knowledge - A Morphology of Mental Models in a Man-Machine System Context**. Roskilde, Denmark. 1979.

SALDANHA, M. C. W. et al. A pesca artesanal com jangadas e suas repercussões para a segurança e saúde dos jangadeiros e qualidade do pescado. **Ação ergonômica**, v. 12, n. 1, p. 82–90, 2017.

SAURIN, T. A; WACHS, P; RIGHI, A; HENRIQSON, E. The design of scenario-based training from the resilience engineering perspective: A study with grid electricians

**Accident Analysis and Prevention**, v. 68, p. 30-41, 2014.

SAYAMA, H. **Introduction to the Modeling and Analysis of Complex Systems**. Geneseo, NY: Open Suny Textbooks, 2015.

- SHEIKHALISHAHI, M.; PINTELON, L.; AZADEH, A. Human factors in maintenance: A review. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 22, n. 3, p. 218–237, 2016.
- SILVA E SANTOS, M. The PhOCoe Model – ergonomic pattern mapping in participatory design processes. **Work**, v. 41, p. 2643-2650, 2012.
- SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. 9. ed. São Paulo: Pearson, 2011.
- SPATH, D; HERMANN, F; PEISSNER, M.; SPROLL, S. User requirements collection and analysis... In: SALVENDY, G. (Ed). **Handbook of human factors and ergonomics**. 4 ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2012.
- STANTON, N; BABER, C; YOUNG, M. S. Observation... In: STANTON, N.; HEDGE, A; BROOKHUIS, K.; SALAS, E.; HENDRICK, H. (Eds). **Handbook of human factors and ergonomics methods**. Boca Raton: CRC Press, 2005.
- SWEBOK. **Guide to the Software Engineering Body of Knowledge Version 3.0 (SWEBOK)**. [s.l.] IEEE Computer Society, 2014.
- TEXEIRA QUIRÓS, J.; JUSTINO, M. DO R. F. A comparative analysis between certified and non-certified companies through the quality management system. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 30, n. 9, p. 958–969, 2013.
- TRETTEN, P.; KARIM, R. Enhancing the usability of maintenance data management systems. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 20, n. 3, p. 290-303, 2014.
- VICTORIA, M. et al. Journal of Loss Prevention in the Process Industries Modelling performance variabilities in oil spill response to improve system resilience. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 41, p. 18–30, 2016.
- VIDAL, M. C. R. **Guia para Análise Ergonômica do Trabalho na empresa: Uma metodologia realista, ordenada e sistemática**. Rio de Janeiro. Editora Virtual Científica, 2003.
- VIDAL, M. C. R; BONFATTI, R. J. Conversational action: an ergonomic approach to interaction... In: STANTON, N.; HEDGE, A; BROOKHUIS, K.; SALAS, E.; HENDRICK, H. (Eds). **Pragmatics and beyond new series**. Grant P., Rethinking communicative interaction, Amsterdam: JB, p.108-120, 2003.
- VIDAL, M. C. R.; BONFATTI, R. J.; CARVÃO, J. M. Ação ergonômica em sistemas complexos: Proposta de um método de interação orientada em situação: a conversação. **Ação Ergonômica**, v. 1, n. 3, p. 39 – 64, 2011.
- VON BERTALANFFY, L. **General System Theory**. Book, p. xv, 289, 1968
- YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2015

WIEGERS, K.; BEATTY, J. **Software Requirements**. 3. ed. Washington: One Microsoft Way, 2013.

WISNER, A. **Por dentro do trabalho: Ergonomia, método e técnica**. São Paulo: FTD/Oboré, 1987.