

## MODELAGEM DO PROCESSO DE ENSAIO DE RADIOCOMUNICAÇÃO RESTRITA UTILIZANDO NOTAÇÃO BPMN

IGOR AZEVEDO LEITE<sup>1</sup>  
NAHEND KAROLINE VIRGINIO RIBEIRO BITTENCOURT<sup>2</sup>  
MILENA DE OLIVEIRA ARANTES<sup>3</sup>  
TÁBATA NAKAGOMI FERNANDES PEREIRA<sup>4</sup>

### RESUMO

O presente artigo utiliza a modelagem de processos de negócios em um processo de ensaio de radiocomunicação restrita (RF) utilizando a notação BPMN (*Business Process Model and Notation*). A utilização da notação BPMN oferece uma representação visual clara e compreensível dos diversos passos envolvidos nos ensaios de RF, permitindo uma comunicação eficaz entre as partes envolvidas, desde os engenheiros de telecomunicações até um leigo no assunto. A radiocomunicação restrita desempenha um papel crucial no ramo de telecomunicações exigindo processos de teste robustos para garantir a confiabilidade e a conformidade de diversos equipamentos. Desta forma, o objetivo deste trabalho é modelar o processo de RF visando a sua melhoria. Foi utilizado o ciclo de gerenciamento de processos de negócios (BPM) para auxiliar na condução do trabalho. Assim, as etapas deste ciclo serão descritas neste trabalho. Também será apresentada a melhoria realizada no processo de RF, aprimorando, assim, a eficiência e a flexibilidade do processo modelado. Como resultado do trabalho, obteve-se uma redução no tempo de ensaio de RF, levando a uma economia de 20 horas na realização deste ensaio. Portanto, este trabalho mostra como a modelagem de processos de negócios pode ser útil na identificação de melhorias no sistema real.

**Palavras chave:** BPMN, Melhoria, Modelagem e Radiocomunicação Restrita

<sup>1</sup> Graduado em Engenharia de Produção pelo Inatel - Instituto Nacional de Telecomunicações

<sup>2</sup> Graduada em Engenharia de Produção pelo Inatel - Instituto Nacional de Telecomunicações

<sup>3</sup> Professora Doutora em Engenharia de Produção do Inatel - Instituto Nacional de Telecomunicações.

<sup>4</sup> Professora Doutora em Engenharia de Produção da Unifei – Universidade Federal de Itajubá

## **MODELING THE RESTRICTED RADIOCOMMUNICATION TEST PROCESS USING BPMN NOTATION**

### **ABSTRACT**

*This article uses business process modeling in a restricted radiocommunication (RF) test process using the BPMN (Business Process Model and Notation) notation. The use of BPMN notation offers a clear and understandable visual representation of the various steps involved in RF tests, allowing effective communication between the parties involved, from telecommunications engineers to laypeople. Restricted radiocommunication plays a crucial role in the telecommunications industry, requiring robust testing processes to ensure the reliability and compliance of various equipment. Therefore, the objective of this work is to model the RF process evolving towards its improvement. The business process management (BPM) cycle was used to assist in conducting the work. Therefore, the stages of this cycle will be described in this work. Best practices for improving the efficiency and flexibility of modeled processes will also be discussed. As a result of the work, a reduction in RF test time was obtained, leading to a saving of 20 hours in carrying out this test. Therefore, this work shows how business process modeling can be useful for identifying improvements in the real system.*

**Keywords:** *BPMN, Improvement, Modeling and Restricted Radiocommunication*

## 1 INTRODUÇÃO

Em 2000, foi instaurado em todo território nacional o processo de certificação de quaisquer equipamentos que tenham funções em radiofrequência, que estejam sob cobertura da ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações). Com este processo, foram criados os Laboratórios de Ensaio Credenciados, os quais realizam medições, que verificam parâmetros do sinal transmitido pelo equipamento sob certificação. Estas medições baseiam-se em normas nacionais e internacionais definidas pela ANATEL, de acordo com cada classe de equipamento e faixa de frequência de operação (ANATEL, 2024).

No decorrer do tempo, a quantidade de equipamentos sob análise do processo da ANATEL cresceu consideravelmente, principalmente por ser equipamentos que começaram a ser utilizados por usuário final em suas residências. Desta forma, os laboratórios entraram em uma corrida tecnológica para que os ensaios fossem feitos da maneira mais rápida e com a maior excelência possível, demonstrando a necessidade de agilidade na realização de ensaios laboratoriais.

Diante deste cenário, as empresas começaram a desenvolver automação que otimizassem os tempos de ensaios e de entrega final. Sendo assim, o planejamento (ADRIAN, 2023) e a modelagem de processos de negócios constitui-se uma ferramenta adequada para ser utilizada neste contexto, pois auxilia na documentação e análise dos processos, facilitando a identificação de melhorias (DE ALBUQUERQUE, 2012; DIAS et al., 2017). Portanto, a modelagem de processos de negócios foi utilizada neste trabalho com o objetivo de modelar um processo de Radiocomunicação Restrita (RF) e buscar melhorias neste processo.

Este artigo está dividido em cinco seções, sendo que a primeira traz a introdução do trabalho. Na segunda seção tem-se o referencial teórico. Na terceira será descrito o ciclo de gerenciamento de processos de negócios (BPM), o qual foi utilizado para auxiliar no desenvolvimento do trabalho. Na quarta seção

será descrita a aplicação do ciclo BPM. Por fim, a quinta seção apresenta as conclusões do trabalho.

## 2 RERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL

A ANATEL foi criada em 16 de julho de 1997 através da Lei nº 9.472 em decorrência da necessidade de um órgão para regulamentar e fiscalizar o setor de telecomunicações brasileiro. Anteriormente, esse trabalho era realizado pelo Ministério das Comunicações e pela Telebrás (ANATEL, 2024).

Dentre as responsabilidades da ANATEL, está a garantia de desenvolvimento e expansão do setor de telecomunicações e, principalmente, a criação de regulamentação para serviços de homologação de equipamentos (TELECO, 2024). Assim, foram criados os laboratórios acreditados, para que fossem realizados os ensaios propostos por esta regulamentação.

Os laboratórios acreditados (credenciados) ou laboratório de ensaios são os que possuem a permissão formal do Coordenação geral de acreditação do INMETRO (Cgcre), para realizar os ensaios de radiofrequência (*Bluetooth, Wifi, RFD*). Esses laboratórios devem ser acreditados pela ANATEL, a qual garante que os laboratórios seguem os critérios estabelecidos pelas normas internacionais (INMETRO, 2024).

### 2.2 Certificação

O Organismo de Certificação Designado (OCD) é um órgão designado a avaliar a conformidade de produtos de telecomunicações. No processo de certificação, o OCD é o responsável em realizar a análise e expedir o certificado de conformidade, sendo esse um pré-requisito para a obtenção da homologação junto a ANATEL (2024).

Segundo Teleco (2017), o produto para telecomunicações é o

equipamento, aparelho, dispositivo ou elemento que compõe o meio necessário ou suficiente à realização de telecomunicação. Eles são classificados em três categorias.

Este trabalho está restrito a aparelhos WI-FI na faixa de 2.4GHz, que são transceptores de radiação restrita e se enquadram na categoria II dos Requisitos da ANATEL.

O certificado de conformidade é o documento que comprova que o equipamento atende a regulamentação da ANATEL. Este certificado é emitido na maioria das vezes pelo OCD (ANATEL, 2024).

### 2.3 Processo de Certificação e Homologação

No ano 2000, após a implementação da Resolução 242 e a Resolução 323 em 2002, que posteriormente se tornou a 715 em 2019, a ANATEL define a obrigatoriedade do processo de homologação de qualquer equipamento eletroeletrônico que trabalhe com rádio frequência. Isto é, com a implementação destas duas resoluções, a ANATEL controla a qualidade de qualquer produto que queira entrar no mercado nacional. De acordo com a ANATEL, existem três categorias de equipamentos para certificação, categoria I, categoria II e categoria III (FERRARI, 1998; ANATEL, 2024).

A categoria I é para equipamentos que serão utilizados por usuários finais, a categoria II para equipamentos que emitem sinais radioelétrico, como transmissores e receptores, a categoria III são produtos que seguem a legislação nacional no quesito de confiabilidade e compatibilidade eletromagnética. Sendo aparelho do tipo de uso interno, não tendo contato diretamente com o usuário final. Foi aprofundado neste artigo equipamento de categoria II (FERRARI, 1998; ANATEL, 2024).

Após a criação das resoluções, o volume de equipamentos que desejavam entrar em território nacional e que aguardavam pela sua homologação aumentou drasticamente, fazendo com que a ANATEL não conseguisse realizar todas as homologações, e, a partir disso, criou os OCD's e os laboratórios acreditados

e/ou avaliados (FERRARI, 1998; ANATEL, 2024).

Os laboratórios têm como principal função realizar os ensaios técnicos nos equipamentos sob certificação, a fim de verificar a qualidade mínima estipulada pela norma ou resolução aplicável de acordo com a tecnologia a qual o equipamento utiliza e a classificação deste equipamento perante a ANATEL.

O OCD é um órgão designado a realizar o processo de homologação do equipamento ou de uma empresa como um todo. No processo de certificação, o OCD é o responsável em realizar a análise e controlar os documentos necessários para emissão do certificado de conformidade da ANATEL no novo equipamento (FERRARI, 1998; ANATEL, 2024).

Depois da criação dessas duas resoluções, o processo ficou da seguinte maneira: quando uma pessoa física ou jurídica deseja realizar a venda de um equipamento eletroeletrônico ela o envia para o OCD, juntamente com suas especificações técnicas, tais como as tecnologias que o equipamento trabalha, para qual tipo de usuário o equipamento foi desenvolvido e qual o modo de alimentação utilizado pelo equipamento. Recebendo essas informações, o OCD consulta a lista de requisitos técnicos de acordo com a categoria do equipamento e define quais ensaios técnicos serão necessários baseados nos critérios definidos pela ANATEL. Todas estas informações são discriminadas no requisito técnico (RT). O RT é enviado para todos os laboratórios que são acreditados para realização dos ensaios de uma ou mais normas requisitadas pelo OCD. A princípio fica a cargo do cliente a definição de qual laboratório será designado para realizar os ensaios em seus equipamentos. Após isto, a empresa envia a quantidade de amostras do equipamento necessárias para o laboratório, e ele atua tecnicamente na realização dos ensaios necessários (FERRARI, 1998; ANATEL, 2024).

Após a realização dos ensaios, os laboratórios sintetizam os resultados obtidos em um relatório técnico, o qual é enviado diretamente para o OCD que está trabalhando no processo. Com o recebimento dos resultados, o OCD envia para o cliente o laudo de aprovação ou de pendências. No caso de pendências, informará quais ensaios deverão ser realizados novamente e solicita novas

amostras para realização deles (FERRARI, 1998; ANATEL, 2024).

Concluídos os processos, o OCD reúne toda a documentação e encaminha para a ANATEL, que, em até 30 dias úteis, finaliza o processo e homologa oficialmente o produto para venda em território nacional. Com a homologação, o produto recebe um número de processo e passar a ter a etiqueta da ANATEL em seu corpo (DELALIBERA, 2006).

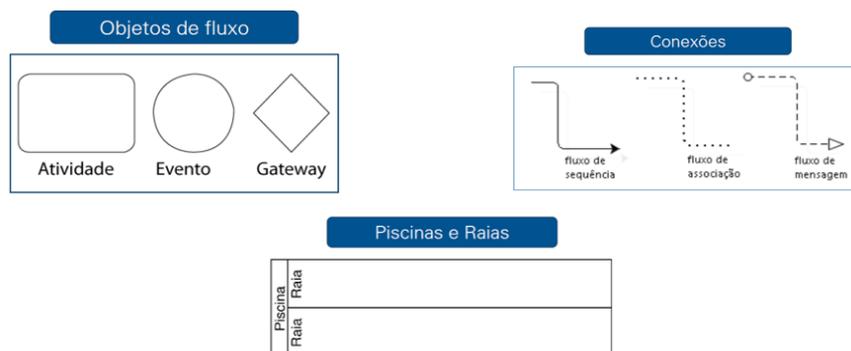
### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Modelagem de processos de negócios

*Business Process Modeling* ou modelagem de processos de negócios consiste na representação dos processos de uma empresa. Por meio disso, é possível documentar, analisar e compreender todas as etapas até a entrega final de um produto ou serviço, através da modelagem, que detalha passo a passo todos os processos realizados. Esta ferramenta auxilia em várias etapas de um processo produtivo, além de auxiliar o treinamento de novos colaboradores, pois consegue compreender como funcionam os processos dentro de uma empresa, como também auxilia para que não ocorra atrasos por falta de conhecimento ou erros (DE MIRANDA, 2010; DUMAS et al., 2018).

A notação mais conhecida para realização de modelagem é o BPMN, visando a formalização dos processos em modelos ou em diagramas, com a finalidade de estruturar e melhorar o trabalho, por ter uma previsibilidade das atividades adiante (DE LIRA, 2013). A definição de cada símbolo da notação BPMN é semelhante à de alguns outros fluxos de modelagem, como os tradicionais fluxogramas. A seguir serão descritos os elementos do BPMN conforme mostrado na Figura 1.

**Figura 1:** Elementos da notação BPMN



Fonte: Adaptado de Dumas et al. (2018)

Conforme Dumas et al. (2018), tem-se as seguintes definições para a simbologia:

- **Pools (Piscinas):** é utilizada para delimitar o contexto do processo que será modelado. Também são utilizadas para representar participantes ou entidades externas que desempenham um papel em um processo de negócio. Cada piscina geralmente contém seus próprios fluxos de trabalho e podem ser divididas em raias (*lanes*), as quais representam os diferentes participantes internos do processo (departamentos, funcionários etc.).
- **Eventos:** representam acontecimentos que desencadeiam, interrompem ou têm algum impacto sobre o fluxo do processo. Existem três tipos principais de eventos na notação BPMN: eventos de início, eventos intermediários e eventos de fim, os quais ajudam a capturar momentos significativos no ciclo de vida do processo.
- **Atividades:** representam ações realizadas no contexto do processo. Elas podem ser divididas em tarefas e subprocessos e são a essência do processo, representando as etapas que levam à realização dos objetivos do processo.
- **Gateways (Portões):** modelam decisões no fluxo de um processo. Eles indicam pontos onde o caminho do processo se divide ou se junta com base em

condições específicas. Existem *gateways* exclusivos, inclusivos e paralelos, os quais permitem modelar a lógica de ramificação e união nos processos, capturando decisões e condições de controle de fluxo.

- Fluxo de Sequência: representa a ordem em que as atividades, eventos e *gateways* são executados em um processo. Ele é indicado por setas que conectam esses elementos e define a direção do fluxo mostrando a ordem cronológica das atividades e eventos em um processo.

### 3.2 O ciclo BPM

Gestão ou Gerenciamento de Processos de Negócio é um conjunto de práticas que tem por objetivo melhorar os processos de negócio para aumentar os resultados da organização e gerar valor aos clientes. A Gestão de Processos de Negócios é frequentemente referenciada como BPM (*Business Process Management*) (ENOKI, 2006; CAMPOS, 2014).

O BPM é uma abordagem para identificar, desenhar, executar, documentar, implantar, medir, monitorar, controlar e melhorar processos de negócios com o objetivo de alcançar resultados consistentes (DUMAS et al., 2018; CAMPOS, 2014).

O ciclo BPM é dividido em seis fases, mas que podem não ser executadas exatamente desta forma, conforme aponta Dumas et al. (2018). Essas fases serão descritas a seguir.

4 Identificação do processo: nesta fase, os processos de negócios existentes são identificados e analisados. Isso envolve a compreensão dos processos atuais, identificando áreas de melhoria e definindo metas para o processo ideal.

5 Modelagem do processo (AS-IS): durante a modelagem os processos são representados visualmente por meio de diagramas, geralmente usando notações como BPMN. Esses modelos ajudam a ilustrar como as atividades, eventos, decisões e informações fluem dentro e entre os processos.

6 Análise do processo: uma vez que tenhamos entendido o processo como

está (AS-IS) em detalhes, o próximo passo é identificar e analisar os problemas neste processo. A saída desta fase é uma coleção estruturada de problemas, e ao identificar, classificar e compreender as principais causas de tais resultados negativos, pode-se encontrar maneiras de eliminá-los ou minimizá-los (oportunidades de melhoria).

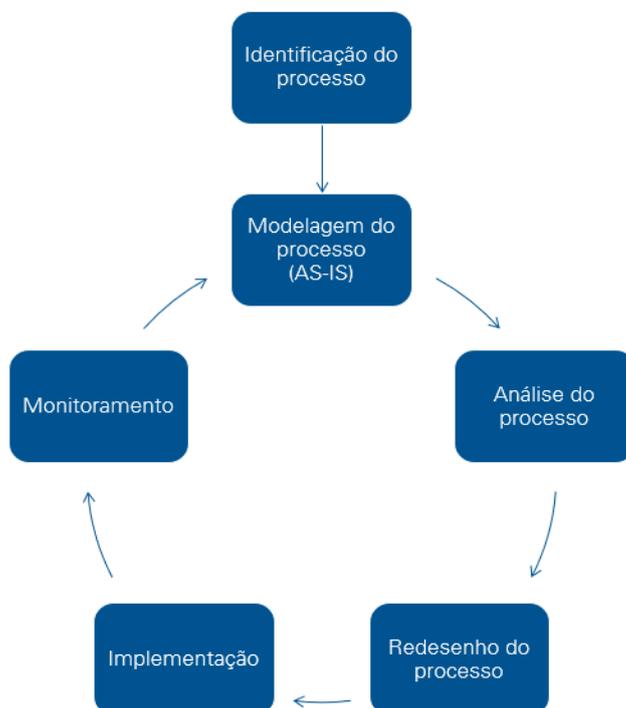
7 Redesenho do processo: nesta fase o objetivo é identificar e analisar possíveis soluções para esses problemas. Devem ser consideradas várias opções possíveis para resolver o problema. Ao fazer isso, é preciso ter em mente que uma mudança em um processo para resolver um problema pode causar outros problemas no futuro. Munidos de uma compreensão dos problemas em um processo e de um conjunto de possíveis soluções, os analistas podem propor uma versão redesenhada do processo.

8 Implementação: nesta fase os processos são colocados em prática com base nos modelos desenvolvidos. Isso pode envolver a implementação de automação de processos, treinamento de pessoal e estabelecimento de procedimentos operacionais. É necessário que os participantes do processo adotem o novo sistema ou forma de trabalho e recebam treinamento para que executem seu trabalho, sendo estas mudanças benéficas para a empresa.

9 Monitoramento: após a implementação, os processos são monitorados continuamente para avaliar o desempenho em relação aos objetivos definidos. Isso inclui o acompanhamento de analistas de desempenho para garantir que os processos estejam operando eficientemente. A falta de monitoramento e melhoria contínua de um processo leva à degradação. É por isso que o ciclo de vida do BPM deve ser visto como circular, a saída da fase de monitoramento retroalimenta as fases de modelagem, análise e redesenho.

A Figura 2 apresenta o ciclo BPM.

**Figura 2:** Ciclo BPM



**Fonte:** Adaptado de Dumas et al. (2018)

## 4 DESENVOLVIMENTO

### 4.1 Identificação do processo

O objeto de estudo do presente trabalho é o processo de radiocomunicação restrita (RF) da empresa MTST, com o foco na redução do tempo de execução dos ensaios. Na modelagem foi representada a estruturação da área como um todo, desde o recebimento do produto, com enfoque principal nas etapas necessárias para execução dos ensaios até a entrega dos relatórios de ensaio,

com objetivo de redução de tempo e satisfação total do cliente.

Este processo foi escolhido pela sua importância para a sobrevivência da organização. Isto é, este processo representa mais de 50% do faturamento mensal da empresa. Os resultados que serão apresentados neste trabalho referem-se a aparelhos roteadores, os quais representam 40% da área de radiocomunicação restrita.

## 4.2 Modelagem do processo

Tendo a pesquisa o foco na melhoria dos ensaios da área de radiocomunicação restrita, faz-se necessário a utilização de algum tipo de notação para a modelagem. Assim, a notação escolhida para este trabalho foi a BPMN e o *software* livre Caewmo para modelagem.

O início do processo começa com a solicitação da amostra a ser ensaiada, após esta atividade, a amostra é conectorizada, neste caso a realização dos ensaios de radiofrequência é de forma conduzida.

Através do requisito técnico elaborado pelo organismo de certificação designado (OCD), verifica-se quais tecnologias o equipamento possui e qual frequência o equipamento opera.

Essa transmissão permite que o sinal de RF seja medido pelo analisador de espectro (equipamento capaz de analisar radiofrequências). Para realizar as medições são necessárias as seguintes configurações no analisador de espectro: *offset*, traço de medida, quantidade de *sweeps*, filtro VBW, filtro RBW, detector de medidas, atenuador interno, e *reference level*. Após realizadas todas as configurações o resultado do ensaio é exibido em forma de gráfico no *display* do analisador e a amostra quando é aprovada, de acordo com o ato nº 14448, o resultado é salvo em um pen drive para que assim seja adicionado no servidor da empresa. Já para o caso que o resultado ultrapasse o limite estabelecido pela norma, a amostra é reprovada e o cliente é notificado por *e-mail*.

Quando a amostra é aprovada, a equipe de relatório do MTST elabora um relatório de ensaio, considerando os resultados e gráficos obtidos através dos ensaios realizados anteriormente, sendo estas informações retiradas do servidor

da empresa.

O tempo médio para a execução do ensaio é de 36 horas. Desta forma, é necessário que o executor de ensaios realize todas as configurações acima citadas, na quantidade de canal estabelecido pela Resolução e pelo Ato no analisador de espectro conforme Figura 3.

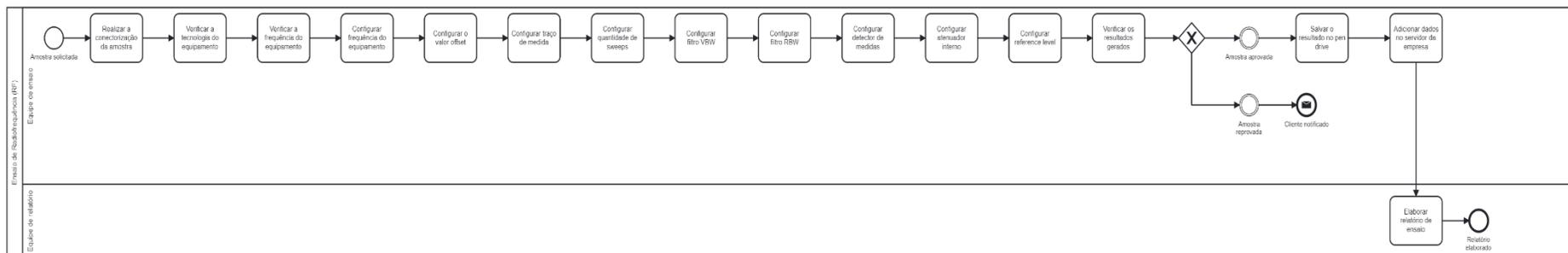
**Figura 3:** Analisador de Espectro



Fonte: R&S®FPL1000 Spectrum analyzer (2024)

Todas estas medidas têm como evidências gráficos, como o da imagem acima, que podem ser salvos diretamente do equipamento de medida, por um *pen drive* ou no *OneDrive*, dependendo da tecnologia e da versão do Analisador de Espectro disponível. A Figura 4 mostra o processo de ensaio de RF utilizando a notação BPMN.

Figura 4: Processo de ensaio de RF



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

### 4.3 Análise do processo e redesenho

Com a criação do modelo conceitual do processo de ensaio de RF pôde-se perceber que várias atividades podem ser realizadas de forma mais rápida. A principal delas sendo na parte de configuração do analisador de espectro, que era realizado de forma manual, a qual ocupava muito tempo do executor de ensaios.

Assim, como oportunidade de melhoria, as configurações passaram de manual para automatizadas, a qual pode reduzir o tempo de execução de ensaio e a possibilidade de erro humano.

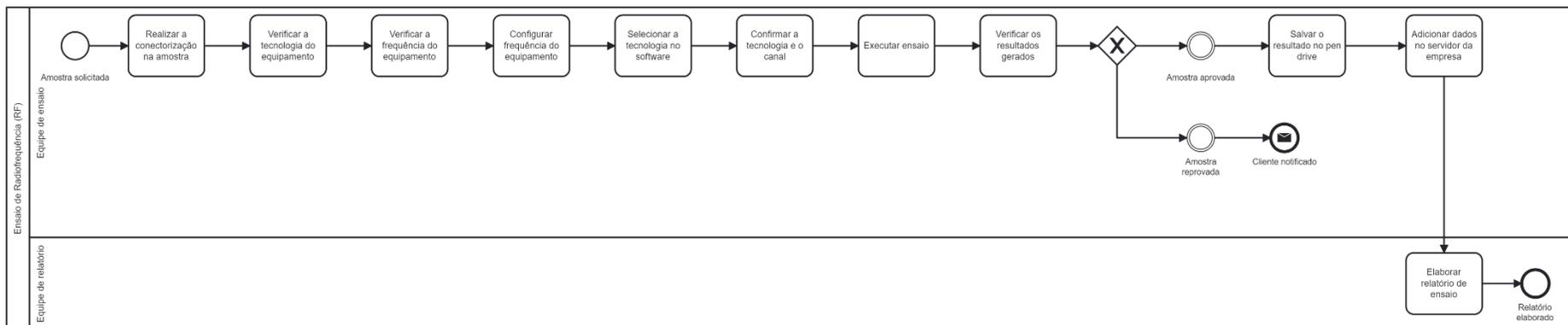
Desta forma, o processo se inicia com o envio da amostra para realização do ensaio de RF. Assim, a amostra segue para a atividade de conectorização, neste caso a realização dos ensaios de radiofrequência é de forma conduzida. Verifica-se quais tecnologias o equipamento possui e em qual frequência o equipamento opera, utilizando os requisitos técnicos estabelecidos pela OCD.

Essa transmissão permite que o sinal de RF seja medido pelo analisador de espectro e, após a melhoria do processo, se faz necessário apenas selecionar a tecnologia que o equipamento opera e confirmar o canal, para executar o ensaio solicitado. Após isto, o resultado é exibido em forma de gráfico no *display* do analisador e a amostra, quando é aprovada de acordo com a norma da 14448, o resultado é salvo em um *pen drive* para ser adicionado no servidor da empresa. Caso o resultado ultrapasse o limite estabelecido pela norma, a amostra é reprovada e o cliente é notificado por *e-mail*.

Quando a amostra é aprovada, a equipe de relatório elabora um relatório de ensaio, considerando os resultados obtidos retirados do servidor da empresa e o processo é finalizado. Esta atividade foi escolhida para ser automatizada devido sua alta complexidade em ser realizado manualmente e seu alto tempo de execução.

Desta forma, após a automatização dos ensaios, basta apenas uma configuração no *software* e todas as medidas são executadas, conforme mostrado na Figura 5.

Figura 5: Processo após a automação



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

#### 4.4 Implementação e Monitoramento

Nesta etapa foi realizada a automação do processo sendo realizado através de um *software*, criado especificamente para o desenvolvimento de aplicações em uma determinada linguagem de programação. Neste *software*, o usuário pode criar, executar e testar. Reduzindo, assim, o tempo necessário para produzir uma programação funcional em comparação a programação anterior. A Figura 6 mostra o *software* criado.

**Figura 6:** *Software* de automação de ensaios

TESTAR?	TECNOLOGIA	BW	FREQUÊNCIA	CHANNEL	SPAN	TRACE	DETECTOR	RBW	VBW	ATT. INTERN	OFFSET	REF. LEV
<input checked="" type="checkbox"/>	802.11a	20 MHz	5180	BAIXO	40	MAX HOLD	MAX PEAK	100	300	20	21.9	20
<input checked="" type="checkbox"/>	802.11a	20 MHz	5180	BAIXO	40	MAX HOLD	MAX PEAK	1000	3000	20	21.9	20
<input checked="" type="checkbox"/>	802.11a	20 MHz	5180	BAIXO	40	AVERAGE	RMS	1000	3000	20	21.9	20
<input checked="" type="checkbox"/>	802.11a	20 MHz	5180	BAIXO	40	MAX HOLD	MAX PEAK	1000	3000	20	21.9	20
<input checked="" type="checkbox"/>	802.11a	20 MHz	5180	BAIXO	--	MAX HOLD	MAX PEAK	1000	3000	20	21.9	20
<input checked="" type="checkbox"/>	802.11a	20 MHz	5180	BAIXO	--	MAX HOLD	MAX PEAK	1000	3000	20	21.9	20
<input type="checkbox"/>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<input checked="" type="checkbox"/>	802.11a	20 MHz	5220	MÉDIO	40	MAX HOLD	MAX PEAK	100	300	20	21.9	20
<input checked="" type="checkbox"/>	802.11a	20 MHz	5220	MÉDIO	40	MAX HOLD	MAX PEAK	1000	3000	20	21.9	20
<input checked="" type="checkbox"/>	802.11a	20 MHz	5220	MÉDIO	40	AVERAGE	RMS	1000	3000	20	21.9	20
<input checked="" type="checkbox"/>	802.11a	20 MHz	5220	MÉDIO	40	MAX HOLD	MAX PEAK	1000	3000	20	21.9	20
<input type="checkbox"/>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<input checked="" type="checkbox"/>	802.11a	20 MHz	5320	ALTO	40	MAX HOLD	MAX PEAK	100	300	20	21.9	20
<input checked="" type="checkbox"/>	802.11a	20 MHz	5320	ALTO	40	MAX HOLD	MAX PEAK	1000	3000	20	21.9	20
<input checked="" type="checkbox"/>	802.11a	20 MHz	5320	ALTO	40	AVERAGE	RMS	1000	3000	20	21.9	20
<input checked="" type="checkbox"/>	802.11a	20 MHz	5320	ALTO	40	MAX HOLD	MAX PEAK	1000	3000	20	21.9	20
<input checked="" type="checkbox"/>	802.11a	20 MHz	5320	ALTO	--	MAX HOLD	MAX PEAK	1000	3000	20	21.9	20
<input checked="" type="checkbox"/>	802.11a	20 MHz	5320	ALTO	--	MAX HOLD	MAX PEAK	1000	3000	20	21.9	20
<input type="checkbox"/>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<input type="checkbox"/>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Este tipo de *software* foi desenvolvido para substituir ou aprimorar atividades manuais, reduzindo a intervenção humana e aumentando a eficiência. Após a implementação desta melhoria, este processo passou a ser o ensaio mais rápido da MTST.

Este processo é monitorado pelos engenheiros que atuam diretamente nele. Como resultado principal, o ensaio reduziu em 30 horas a realização deste tipo de ensaio em aparelho roteador, antes feito em 36 horas e atualmente realizado em apenas seis horas.

Com isso, foi possível reduzir o tempo de execução de ensaio e, conseqüentemente, trazer mais lucro para o laboratório, pois o ensaio de radiação restrita é o mais caro do laboratório.

## 5 CONCLUSÕES

Ao longo deste trabalho, explorou-se o domínio da radiação restrita e sua gestão através da automação criando um *software* para trazer melhorias no processo. Durante nossa jornada de pesquisa, abordou-se questões críticas relacionadas à melhora, eficiência e modelagem. Destacou-se como a automação desempenha um papel fundamental na gestão eficiente da radiação restrita. A capacidade de automatizar tarefas de monitoramento, coleta de dados e análise, reduz significativamente o risco de erro humano e melhora a precisão no resultado. Os resultados de um estudo que visa a automação de ensaios de radiação restrita utilizando a modelagem de processos de negócios pode levar a uma maior eficiência, reduzindo o tempo necessário para realizar os testes e processar os dados. Uma automação eficaz pode levar a economias significativas de recursos, incluindo tempo e mão de obra.

A utilização de abordagens de modelagem permitiu uma compreensão mais profunda e abrangente dos fenômenos em questão. A modelagem proporcionou uma representação do comportamento do ensaio de radiação restrita, possibilitando uma análise mais detalhada e, conseqüentemente, auxiliando na tomada de decisão.

A aplicação da modelagem de processos de negócios não se limita apenas no ensaio de RF, mas também possui aplicações práticas em diversos setores do laboratório MTST. Futuras pesquisas podem se concentrar na melhoria desses setores, incorporando dados mais precisos e considerando fatores ainda mais complexos para expandir a aplicabilidade dessa ferramenta.

Em última análise, esta pesquisa contribui para o avanço do conhecimento no campo da radiação restrita e modelagem, oferecendo uma base sólida para pesquisas futuras e demonstrando o potencial transformador da aplicação de métodos computacionais avançados na resolução de desafios complexos.

## REFERÊNCIAS

ANDRIAN, FERNANDO RODRIGO. PLANEJAMENTO COMO FERRAMENTA ESSENCIAL NA GESTÃO E LIDERANÇA. **Revista Científica e-Locução**, v. 1, n. 23, p. 22-22, 2023.

ALBUQUERQUE, João Porto de. Flexibilidade e modelagem de processos de negócio: uma relação multidimensional. **Revista de Administração de Empresas**, v. 52, p. 313-329, 2012.

CAMPOS, André L. N. **Modelagem de Processos com BPMN 2ª edição**. Brasport, 2014.

DELALIBERA, Carlos Eduardo. **Certificação de Produtos Eletromédicos e de Telecomunicações**. Itatiba-SP, 2006, 83 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Universidade São Francisco.

DIAS, BIANCA RISERIO et al. MAPEAMENTO DE PROCESSOS NA PRODUÇÃO DE SEMICONDUTORES. **Revista Científica e-Locução**, v. 1, n. 11, p. 16-16, 2017.

DUMAS, Marlon et al. **Fundamentals of business process management**. Heidelberg: Springer, 2018.

ENOKI, Cesar Hidetoshi. **Gestão de processos de negócio: uma contribuição para a avaliação de soluções de business process management (BPM) sob a ótica da estratégia de operações**. 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FERRARI, Antonio Martins. AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. **Lista de Requisitos Técnicos para Produtos de Telecomunicações Categoria I de Telecomunicações: evolução e revolução**. 3. ed. Erica, 1998.

IMAGEM, 4. **R&S®FPL1000 Spectrum analyzer**. rohde & schwarz, 2023. Disponível em: [https://www.rohde-schwarz.com/br/produtos/teste-e-medicao/analizadores-de-bancada/rs-fpl1000-spectrum-analyzer\\_63493-465280.html](https://www.rohde-schwarz.com/br/produtos/teste-e-medicao/analizadores-de-bancada/rs-fpl1000-spectrum-analyzer_63493-465280.html). Acesso em: 04 mar. 2024.

INMETRO, Inmetro. **Laboratórios: Laboratórios Acreditados Credenciados**. INMETRO, 2015. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/labCredenciados.asp>. Acesso em: 04 mar. 2024.

INTELIGÊNCIA EM TELECOMUNICAÇÕES, Teleco. **Seção: Tutoriais Operação: Certificação e Homologação: Produtos**. Teleco, 2017. Disponível em: [https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialhomolog/pagina\\_3.asp](https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialhomolog/pagina_3.asp). Acesso em: 04 mar. 2024.

LIRA, Igor Leonardo Nogueira de et al. **Aplicação da modelagem de processos com a notação BPMN em uma empresa do ramo alimentício**. 2018.

MIRANDA, Silvânia Vieira de. **A gestão da informação e a modelagem de processos**. 2010.

TELECOMUNICAÇÕES, Agência Nacional De. **Ato nº 14448, de 04 de dezembro de 2017**. Agência Nacional de Telecomunicações, 2018. Disponível em: <https://informacoes.anatel.gov.br/legislacao/atos-de-certificacao-de-produtos/2017/1139-ato-14448>. Acesso em: 04 mar. 2024.

TELECOMUNICAÇÕES, Agência Nacional De. **Organismos de Certificação Designados (OCD)**. Agência Nacional de Telecomunicações, 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/anatel/pt-br/regulado/certificacao-de-produtos/ocds>. Acesso em: 04 mar. 2024.

TELECOMUNICAÇÕES, Agência Nacional De. **Resoluções da Anatel**. Agência Nacional de Telecomunicações, 0000. Disponível em: <https://informacoes.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes>. Acesso em: 04 mar. 2024.