

REDUÇÃO DE PERDAS DE ENERGIA POR MEIO DA GESTÃO ORGANIZACIONAL: ABORDANDO A MELHORIA DE PROCESSOS

REDUCTION OF ENERGY LOSSES THROUGH ORGANIZATIONAL MANAGEMENT: APPROACHING PROCESS IMPROVEMENT

EMANUEL ROCHA SANTOS

Instituto Federal Fluminense - IFFluminense
Mestrando em Sistemas Aplicados a Engenharia e Gestão
Orcid: 0000-0001-8937-5324 / E-mail: emanuelsantos@gmail.com
Rua Anjos do Mar, 38 - Freguesia do Ó - CEP: 02925-170 - São Paulo/SP

SUELLEN NASCIMENTO

Instituto Federal Fluminense - IFFluminense
Mestrando em Sistemas Aplicados a Engenharia e Gestão
Orcid: 0000-0002-4691-0451 / E-mail: suellen.nascimento.iff@gmail.com

SIMONE VASCONCELOS SILVA

Instituto Federal Fluminense - IFFluminense
Doutora em Computação
Orcid: 0000-0002-5994-6840 / E-mail: simonevsinfo@gmail.com

Submissão: 17/04/2021. Revisão: 25/05/2021; 10/09/2022. Aceite: 07/11/2022. Publicação: 08/11/2022.
DOI: <http://dx.doi.org/10.22277/rgo.v15i3.6276>

RESUMO

Objetivo: Este artigo tem por objetivo propor melhorias no processo de inspeção e regularização das fraudes na medição em uma distribuidora de energia do estado do Rio de Janeiro, visando o combate às perdas não técnicas. Para tal, foi utilizada a modelagem do processo por meio da notação BPMN (*Business Process Model Notation*) integrada às ferramentas da qualidade.

Método / abordagem: A metodologia de pesquisa foi dividida em: identificação de trabalhos relacionados na literatura, análise de dados e documentos da organização estudada em relação ao processo que será abordado, modelagem do processo de negócio por meio da notação BPMN (*Business Process Model Notation*), análise de possíveis melhorias por meio da aplicação de ferramentas da qualidade, desenho do processo após as melhorias, e análise dos resultados obtidos com a implantação das melhorias no processo.

Principais resultados: A implementação das melhorias detectadas acarretou uma melhora significativa dos indicadores de ganhos de energia, alcançando pico de 27% de aumento, além disso, observou-se uma redução da reincidência de fraude de energia por meio das medidas aplicadas como resultado deste trabalho, atingindo o objetivo proposto.

Contribuições metodológicas / sociais / gerenciais: Com os resultados obtidos pode-se concluir que a modelagem de processos integrada à aplicação de ferramentas da qualidade é essencial na melhoria dos processos de negócio.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Originalidade / relevância: O trabalho traz originalidade com a aplicação da metodologia proposta no âmbito do serviço de combate às perdas em distribuição de energia elétrica, tema de grande relevância para o setor.

Palavras-chave: Perda de Energia. Modelagem de Processo. Qualidade.

ABSTRACT

Purpose: This article aims to propose improvements in the process of inspection and regularization of measurement fraud in an energy distributor in the state of Rio de Janeiro, aiming to combat non-technical losses. For this, the process modeling was used through the BPMN (Business Process Model Notation) notation integrated with the quality tools.

Method / approach: The research methodology was divided into: identification of related works in the literature, analysis of data and documents of the organization studied in relation to the process that will be addressed, modeling of the business process through BPMN (Business Process Model Notation) notation, analysis of possible improvements through the application of quality tools, process design after improvements, and analysis of the results obtained with the implementation of improvements in the process.

Main findings: The implementation of the detected improvements resulted in a significant improvement in the energy gains indicators, reaching a peak of 27% increase, in addition, there was a reduction in the recurrence of energy fraud through actions applied as a result of the work, reaching the objective proposed.

Methodological / social / managerial contributions: With the results obtained, it can be concluded that process modeling integrated with the application of quality tools is essential in improving business processes.

Originality / relevance: The work brings originality with the application of the methodologies presented in the scope of the service to combat losses in electricity distribution, a topic of great relevance for the sector.

Keywords: Loss of Energy. Process Modeling. Quality.

1 INTRODUÇÃO

O sistema elétrico é constituído pela Geração, Transmissão e Distribuição de energia. Da geração até a unidade consumidora, a energia injetada nesse sistema passa por longos trajetos por meio das linhas de transmissão e dos centros de distribuição. Durante esse trajeto, ocorrem as perdas elétricas. Essas perdas são ocasionadas por fatores diversos e são classificadas como Perdas Básicas e como Perdas Técnicas (PTs) e Perdas Não Técnicas (PNTs) ou Perdas Comerciais. As Perdas Básicas estão relacionadas ao transporte da energia a longas distâncias até sua chegada aos concessionários de energia, sendo seus custos rateados em 50 % para unidade geradora e 50% para o consumo. Já as PTs e PNTs estão relacionadas à distribuição (ANEEL, 2020).

As PTs estão vinculadas aos fenômenos físicos e tecnológicos, enquanto as PNT são relacionadas à qualidade da gestão da empresa de concessão e por questões socioeconômicas. Essas PNTs reduzem o ganho das distribuidoras impactando desta forma na capacidade de realizarem novos investimentos, afetam a qualidade dos serviços prestados,

geram desperdícios de recursos energéticos e como forma de reduzir o prejuízo, leva a um aumento de tarifa aos consumidores regulares (Faria, 2016).

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) fiscaliza e regula a geração, transmissão, comercialização e distribuição de energia e estabelece limites relacionados às PNTs para cada empresa. Resumidamente, os valores regulatórios das perdas não técnicas são calculados pela ANEEL por uma metodologia de comparação de desempenho das distribuidoras, observando critérios de eficiência e as características socioeconômicas das áreas de concessão (ANEEL, 2021).

De acordo com dados da ANEEL (2020) referentes ao nível de PNTs na baixa tensão por empresa de distribuição em relação ao limite regulatório, cerca de 70% das distribuidoras se encontram fora do limite regulatório de perdas, ou seja, parte do investimento realizado pelos acionistas não têm cobertura tarifária.

Para melhoria dos indicadores de perdas, as concessionárias investem em processos de combate às perdas, os quais buscam recuperar e agregar energia às medições das distribuidoras. A energia agregada ou ganho de energia consiste na energia que é adicionada à medição da concessionária após a normalização de uma fraude ou furto de energia. Esta é medida em valores absolutos e é calculada a média em função do volume de normatizações executadas. A energia agregada é fundamental para o objetivo estratégico de redução de perdas de energia da concessionária, uma vez que ela promove o aumento no faturamento e consequente redução das perdas não técnicas e totais (Almeida et al., 2006).

Carchiolo et al. (2019), destacam que as empresas prestadoras de serviço têm visto a gestão de processos de negócio como um aliado no intuito de agregar valor aos produtos entregues aos seus clientes e assim ampliar sua competitividade. No contexto de gestão de processos, Lobo et al. (2018) afirmam que a modelagem de processos de negócios além de gerar a definição de responsabilidades, proporciona ganhos em curto prazo para as organizações em que são aplicadas, sendo possível evitar desperdícios e identificar atividades que não agreguem valor à corporação.

No sentido de monitorar a performance e resultados das melhorias de processos, são utilizados indicadores para realização de medições. De acordo com a análise feita por Mafra (1999), os indicadores de desempenho atuam como instrumento de planejamento, gerenciamento e mobilização, pois concretizam objetivos, organizam ações e conferem visibilidade aos resultados alcançados. Ou seja, a utilização de indicadores de desempenho é fundamental para o sucesso das melhorias implementadas (Montenegro & Callado, 2019).

Este trabalho trata do indicador de ganho de uma dada empresa distribuidora localizada no estado do Rio de Janeiro que apresenta um percentual de perdas não técnicas acima do limite regulamentado pela ANEEL no ano de 2020, último registro da agência. O indicador de ganho médio de energia por normalização é relevante e com viés operacional, pois reflete o resultado de cada atividade realizada em campo pela equipe de combate as PNT.

O problema a ser resolvido se refere à alta taxa de reincidência de fraudes, afetando o ganho de energia. Neste contexto, este trabalho tem por objetivo propor melhorias no processo de inspeção e regularização das fraudes na medição em uma distribuidora de energia, visando o combate às perdas não técnicas. Para tal, foi utilizada a modelagem do processo por meio da notação BPMN (*Business Process Model Notation*) integrada às ferramentas da qualidade.

Em relação aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU (Organização das Nações Unidas), este trabalho contribui para o ODS12 – “Consumo e produção responsáveis”, contribuindo para assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.

Para determinação de indicadores de ganho e análise da modelagem de processo, ferramentas de gestão da qualidade destinadas à análise da operação de processos em linhas produtivas foram aplicadas, visando contribuir na tomada de decisão. As ferramentas da qualidade utilizadas neste trabalho são aquelas tradicionalmente utilizadas na identificação de melhorias a partir da modelagem de processos:

- *Brainstorming*: uma técnica de grupo que tem por objetivo coletar ideias de todos os participantes, armazenando as ideias e sugestões viáveis para soluções de determinados problemas ou situações (Seleme & Standler, 2013);
- Diagrama de Pareto é destinado ao levantamento de elementos críticos no processo, sendo atribuída uma escala de prioridade de análise formando-se uma representação gráfica dos elementos ordenados de forma crescente de importância (Carvalho & Paladi, 2012);
- Diagrama de Ishikawa, também denominado diagrama de causa e efeito, possibilita a formação de um fluxo de processos, evidenciando suas causas e seus efeitos, levando a identificação das causas benéficas e aperfeiçoando-as, e das malélicas, corrigindo-as ou eliminando-as. Sua representação se assemelha a uma espinha de peixe com o eixo principal formando o fluxo básico do processo e as linhas que o convergem, as funções secundárias. No diagrama, o eixo principal representa o processo que se deseja analisar e as linhas convergentes cada causa correspondente ao problema central, seguida de seus efeitos (Carvalho & Paladi, 2012);
- 5W2H, consiste em uma ferramenta gerencial de negócios, auxiliando no mapeamento de processo, seguida da formação do plano de ação. As siglas do 5W2H representam as iniciais das palavras inglesas, why (por que), what (o que), where (onde), when (quando), who (quem), how (como) e how much (quanto custa) (Rodrigues, 2014).

2 REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura aborda os conceitos básicos sobre perdas de energia e modelagem de processo.

2.1 PERDAS DE ENERGIA NA DISTRIBUIÇÃO

O sistema de distribuição compreende uma parte do sistema elétrico. Essas empresas de distribuição de energia (concessionárias), sob vigilância da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), devem operar no sistema oferecendo um serviço de qualidade aos consumidores por elas atendidos. Para que o sistema de distribuição (SD) funcione de forma contínua e as distribuidoras não sofram sanções da ANEEL, metas de qualidade baseadas em indicadores referenciais devem ser cumpridas e as perdas estão associadas a alguns desses indicadores (ANEEL, 2020).

Essas concessionárias compram a energia das empresas de geração e repassam aos seus clientes através de suas redes. Mas uma parcela de toda energia adquirida por essas empresas é perdida devido a fatores técnicos ou por intervenções. Assim, as perdas de energia na distribuição são definidas como a diferença entre o montante de energia fornecida à rede elétrica e a energia realmente entregue e faturada aos consumidores. Uma das principais causas de baixa qualidade do serviço e produto dessas operadoras está associada a elas (Arango, 2021). As perdas são classificadas como perdas técnicas (PTs) e perdas não técnicas (PNTs).

As PTs estão associadas às atividades da distribuição e consistem na parcela de energia perdida no transporte devido aos condutores, perda denominada Efeito Joule, nas conexões,

nas linhas de transmissão e distribuição, perdas nos bancos de capacitores e reguladores de tensão, as ocasionadas pelo efeito corona, fugas nos isolamentos dos equipamentos, entre outros (Penin, 2008) e (ANEEL, 2020).

Para Teixeira & Alarcón (2019), as PTs correspondem à energia transformada em calor, seja em condutores ou equipamentos, em decorrência de seu funcionamento.

As PNTs são definidas como sendo a diferença entre as perdas totais e as perdas técnicas. As PNTs, também denominadas perdas comerciais, são causadas em sua maioria por problemas ligados à falta de faturamento da energia disponibilizada pela concessionária. Essa falta de faturamento está associada à inexistência de medidores, falha ou falta de aferição dos medidores, erros de leitura ou faturamento das unidades consumidoras, furto de energia, fraude no fornecimento ou no sistema de medição de energia (Penin, 2008) e (ANEEL, 2020).

Segundo Teixeira & Alarcón (2019), as PNTs são perdas atribuídas ao consumo de energia não registrado pelas concessionárias por falha de instrumentos ou irregularidades na instalação ou ligação.

As perdas, para as empresas do setor de distribuição, além de comprometer a qualidade do produto e serviço, por promover instabilidades de energia ou até mesmo provocar incêndios em caso de curto-circuito, também impactam em suas receitas, visto que as PNTs se configuram como energia consumida, porém não faturada. Esse prejuízo financeiro acaba refletindo diretamente no consumidor com o aumento das tarifas de energia. Outro resultado negativo no faturamento mais baixo é a falta de recursos para investimento em melhoria da rede de energia por parte da concessionária.

O combate às perdas, principalmente as comerciais, não é nada fácil, exigindo grande empenho da equipe gestora. O enfrentamento que visa minimizar as perdas sejam elas técnicas ou comerciais, consiste em um conjunto de medidas e metodologias operacionais, acompanhado do auxílio da tecnologia no desenvolvimento de materiais elétricos que ofereçam a menor perda possível em sua operação e instrumentos de medidas e monitoramento (Arango, 2021).

2.2 MODELAGEM DE PROCESSO

O conjunto de atividades que são executadas de forma coordenada em uma organização e ambiente técnico para atingir uma meta de negócios é conhecido como Processo de Negócio (Bocciarelli et al., 2019). O BPM (*Business Process Management*) é uma disciplina gerencial que aborda a definição, engenharia, controle e melhoria contínua dos processos de negócios, visando atingir os objetivos da organização (ABPMP, 2020).

Segundo Figueiredo (2018), para um gerenciamento efetivo dos processos de negócio, é importante empregar técnicas adequadas para a modelagem desses processos, de modo que se represente de maneira correta e concisa as particularidades do negócio, contribuindo para que os integrantes do ambiente organizacional tenham uma visão ampla e clara dos procedimentos internos do local onde trabalham.

De acordo com a ABPMP (2020), a modelagem de processos compõe o ciclo de vida do BPM e consiste em uma atividade de construção de modelos de representação abstrata, com desenho do processo ou sua arquitetura, capaz de facilitar o entendimento do usuário. Além de simplificar a visualização do processo por parte do usuário, com a modelagem do processo é possível gerar melhorias mediante análises dos colaboradores. Desta forma, pode-se representar o processo por meio da modelagem de seu estado atual (As Is) e da modelagem do seu estado futuro (To Be), conforme segue:

- Modelagem As Is: Representa o desenho do modelo atual do processo e as possibilidades de melhoria. É o desenho do processo baseado em sua condição atual de operação;
- Modelagem To Be: Representa um redesenho do processo com base nas discussões entre as partes envolvidas. É um modelo com novos valores agregados.

A modelagem se aplica para gerenciar processos diante da sua complexidade. Um modelo representa não somente um determinado assunto, como também representa uma relação a um determinado escopo, desconsiderando detalhes de pouca importância presente neste escopo (Bocciarelli et al., 2019).

No intuito de desenvolver uma notação mais abrangente, onde todos os usuários de negócios, tanto analistas como desenvolvedores técnicos que o executaram, possam compreender o processo desde uma visão macro até o detalhamento do mesmo, a OMG (*Object Management Group*) estabeleceu a notação BPMN (*Business Process Model Notation*) (Fonseca & Junior, 2018).

A BPMN é uma notação baseada em fluxos que definem desde simples às mais complexas e sofisticadas atividades de processo (White & Miers, 2008). Esta notação apresenta pontos inicial e final, responsável pela operação, entradas e saídas, restrições e pontos para monitoramento. A BPMN pode ser utilizado no planejamento de negócios, controle e monitoramento dos mesmos (Carchiolo et al., 2019).

3 METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada e exploratória (Gerhardt & Silveira, 2009), com uma abordagem que utiliza dados estatísticos para análise de causa e efeito, levantamento bibliográfico e entrevista com os profissionais envolvidos no problema apresentado. E quanto ao procedimento técnico, configura-se como uma pesquisa ação por abordar um processo de uma distribuidora de energia, na qual será implementada a modelagem deste processo é realizado um estudo de melhoria do mesmo com o envolvimento de um dos autores deste trabalho na concessionária em análise (Silva & Mello, 2010).

A primeira etapa da metodologia proposta se refere a seleção dos trabalhos relacionados ao tema deste artigo. Para tal, foi realizado um mapeamento sistemático aplicando o método PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis*), o qual é uma ferramenta útil para avaliação crítica de revisões sistemáticas (MOHER et al., 2015).

Para tal, foram utilizadas as bases de dados *Scopus* e *Web of Science*, e a Tabela 1 mostra a estratégia de busca utilizada. A busca nas bases de dados citadas acima resultou em um volume muito grande de artigos e para refinar mais a pesquisa foi realizado um corte temporal de 2016 a 2020.

Foram totalizados 383 estudos, pois foi inserido como estudo adicional uma dissertação. Foram excluídos 127 estudos duplicados, 256 estudos foram analisados em relação aos títulos e resumos, dos quais apenas 66 estavam relacionados ao tema deste trabalho. Em relação aos critérios de elegibilidade, foram excluídos 6 estudos por não se apresentarem no idioma inglês ou português, e 18 estudos por não disponibilizarem o texto completo. Desta forma, foram analisados 42 estudos em relação ao texto completo e foram excluídos 37 estudos por não fazerem referência a “Melhoria do Processo Operacional por meio de Processo de Negócio”, resultando em 5 estudos incluídos como trabalhos relacionados.

Tabela 1
Dados da Pesquisa

Base de Dados	String de Busca	Identificados
SCOPUS	(TITLE-ABS-KEY ("BPM" OR "BPMN" OR "Business Process Modeling" OR "Business Process Modeling Notation" OR "Business Process Management") AND TITLE-ABS-KEY ("Development" OR "improvement" OR "Management") AND TITLE-ABS-KEY ("Industry" OR "Energy" OR "Service"))	249
WoS	ALL FIELDS: ("BPM" OR "BPMN" OR "Business Process Modeling" OR "Business Process Modeling Notation" OR "Business Process Management") AND ALL FIELDS: ("Development" OR "improvement" OR "Management") AND ALL FIELDS: ("Industry" OR "Energy" OR "Service")	132

Na segunda etapa da metodologia proposta foram analisados os documentos e dados, referentes ao período de 2017 a 2020, da concessionária de distribuição de energia que atua na região de Campos dos Goytacazes. Trata-se do maior grupo de distribuição de energia elétrica do Brasil, que atende cerca de dezoito milhões de clientes no país. Além de distribuição de energia, o grupo atua nos segmentos de geração distribuída e serviços relacionados ao setor elétrico. A partir da análise dos documentos e dados da concessionária foi possível elaborar a modelagem do processo “inspeção e regularização das fraudes na medição”, utilizando a notação BPMN, de acordo com o cenário atual (As-Is) do mesmo. Para compreender e tentar solucionar e/ou minimizar o problema de reincidência de fraudes na medição é preciso primeiramente compreender como o processo ocorre.

Na terceira etapa da metodologia, após a modelagem As-Is do processo, para propor as possíveis melhorias foram avaliados os indicadores atuais do processo e em seguida foram aplicadas as ferramentas da qualidade (*Brainstorming*, 5W2H, Diagrama de Ishikawa e Diagrama de Pareto) para identificar as melhorias necessárias. Essas ferramentas foram selecionadas pela equipe gestora (composta de três gestores) da concessionária estudada em função de simplicidade e rapidez para aplicação das mesmas. As dinâmicas de *Brainstorming* e elaboração dos Diagrama de Ishikawa e Pareto foram realizadas com a equipe de combate as perdas não técnicas que atua na mesma região visando identificar as possíveis causas e soluções para reincidência das fraudes detectadas na medição. A equipe de combate é composta por dezessete colaboradores, sendo um coordenador, três especialistas, três analistas, oito técnicos de campo e dois estagiários. O tempo médio de experiência na área desta equipe é de quinze anos. E um dos autores deste trabalho atua como colaborador da concessionária em estudo.

Na quarta etapa metodológica proposta foi elaborado o desenho do processo contendo as melhorias propostas (To-Be). O software utilizado tanto na modelagem como no desenho foi o *Bizagi Process Modeler* na versão 3.7. Além disso, foram analisados os resultados obtidos com a implantação das melhorias propostas.

4 TRABALHOS RELACIONADOS

Safari (2016) desenvolveu diretrizes e métodos de modelagem de simulação de processo para serviços industriais e ferramentas que possam ser aplicadas, realizou uma abordagem de diferentes etapas da modelagem discutindo os métodos que podem ser implementados em cada fase e as notações de processos que podem ser utilizadas, sendo apresentado um detalhamento da notação BPMN. Para ele, muitas empresas aplicam

simulação como forma de método analítico no processo da reengenharia e melhoria, sendo que poucas aplicam de forma estruturada.

Krogstie et al. (2018) propuseram a modelagem do sistema de qualidade de uma empresa da indústria de Petróleo. O intuito é aplicar a modelagem visando contribuir com a melhoria do sistema de qualidade da empresa e a conformidade das operações. O sistema mapeado torna os arquivos armazenados em pastas acessíveis a todos os funcionários, contribuindo com a segurança das operações e apoiando o desempenho dos negócios por meio da tomada de decisão.

O trabalho elaborado por Silva et al. (2019) apresenta o mapeamento e análise de processos de uma empresa Offshore de construção naval no Rio Grande do Sul. Os autores apresentaram uma abordagem sobre as principais ferramentas e metodologias de análise de processo e mapearam os processos por meio de fluxograma. Com base em entrevistas e acompanhamento dos envolvidos no processo, realizaram a descrição das atividades e elaboração do modelo As Is, a partir daí estabeleceram os pontos a serem melhorados. Eles ressaltaram que a modelagem de processos permitiu uma visualização detalhada das atividades, proporcionando uma visão geral, solucionando questões técnicas e humanas, gerando benefícios para os clientes e vantagens competitivas para a organização.

Aliando os Indicadores-chave de desempenho (KPI) utilizado para gestão do desempenho empresarial com metodologia para modelagem e análise de processos de negócios, Řepa et al. (2019) elaboraram um estudo visando harmonizar a teoria e a prática do uso dos KPIs, e para isso utilizaram os indicadores no processo de modelagem. Os autores apontaram como o BPM auxilia na mudança da perspectiva gerencial e conseqüentemente na visão de desempenho da empresa, podendo contribuir de forma significativa já que os KPIs derivam dos processos de negócios.

Barbu et al. (2020) analisaram as ferramentas de BPM mais utilizadas pelas empresas de serviços industriais da Romênia. Os autores selecionaram nove ferramentas e durante o estudo e avaliação das mais aplicadas, concluíram que para selecionar uma ferramenta BPM capaz de atender as necessidades da companhia é preciso avaliar seus problemas e necessidades, rever seus objetivos, para que assim possam fazer a seleção daquelas que apresentam as principais funcionalidades que uma solução BPM pode oferecer para melhorar o desempenho organizacional. Para a avaliação foram levados em consideração aspectos como suporte técnico, principais características, alternativas de treinamento, modo de acesso, sistema operacional, etc.

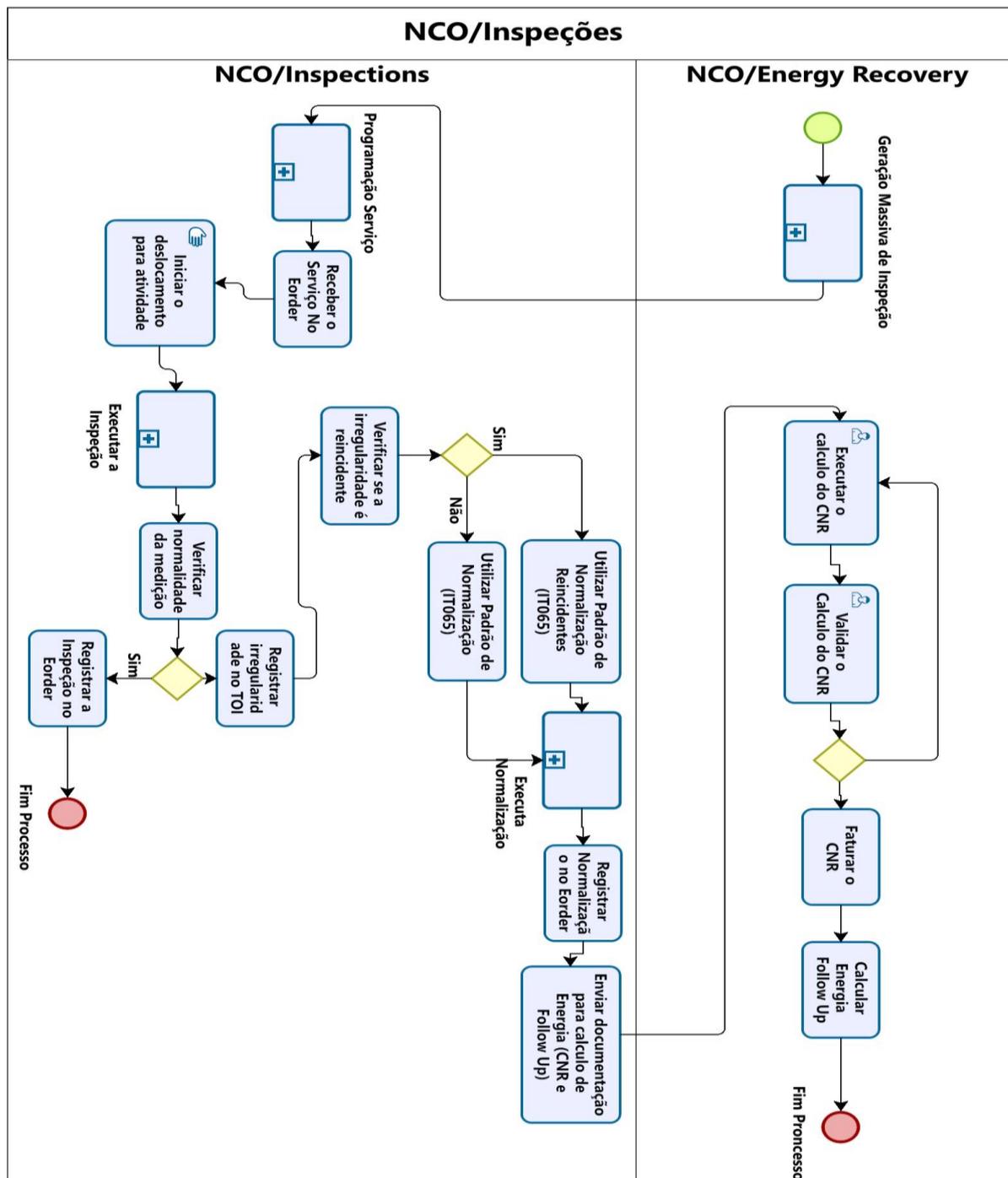
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A concessionária de energia foco de estudo deste trabalho é uma distribuidora do estado do Rio de Janeiro. Para garantir a redução de perdas é necessário o incremento de energia faturada por meio da redução de fraude de energia e desvios na medição de faturamento. O resultado da regularização da fraude é medido por meio da energia recuperada (CNR) e da energia adicionada (*follow up*).

A Figura 1 mostra o fluxo atual do processo de Inspeção e Regularização das Fraudes na medição. O processo tem início com a atividade de geração da ordem de serviço, realizada pelos sistemas de inteligência da concessionária. Em seguida o serviço gerado é roteirizado para atendimento eficiente em campo (otimização de deslocamento). Após a chegada da equipe na unidade consumidora, o serviço de Inspeção é iniciado. Caso a medição esteja em condições normais, atendendo os requisitos do procedimento de inspeção, a ordem é

finalizada e registrada no sistema. Em caso de alguma irregularidade detectada, o fluxo da Figura 1 apresenta dois caminhos.

Figura 1
Modelagem As-Is do processo

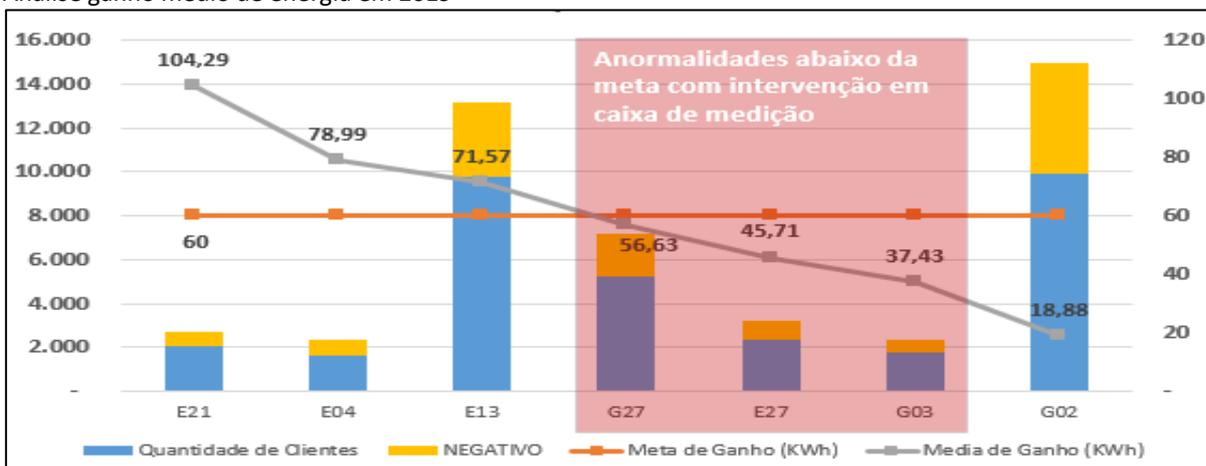


O primeiro caminho se refere à irregularidade encontrada na unidade consumidora pela primeira vez, resultando na utilização de medidas de regularização mais brandas. O segundo caminho é aplicado em inspeções que detectam reincidência na irregularidade e prevê regularização mais robusta, buscando minimizar a reincidência. Após a regularização da

medição da unidade consumidora, ocorre o processo de recuperação de energia (CNR) e cálculo da energia adicionada (*follow up*).

No processo atual foi observado desvio em relação ao indicador de energia adicionada (*follow up*). No sentido de analisar a causa do desvio, o indicador foi aberto por anormalidade encontrada em campo. O processo apresentava problemas, especialmente em três tipos de anormalidade, as quais estão destacadas na Figura 2.

Figura 2
Análise ganho médio de energia em 2019



A Figura 2 mostra energia adicionada média após as normatizações com abertura por tipologia de irregularidade normalizada. Cada coluna representa um tipo de irregularidade, onde são destacadas (fundo vermelho) três: G27: Ligação direta na caixa, E27: Tubo sangrado e G03: Neutro isolado. Trata-se de irregularidades (fraudes) cometidas por intervenção de terceiros no sistema de medição com objetivo de obter uma redução da energia medida / faturada.

Esses três tipos de irregularidade foram destacados por estarem abaixo da meta de energia adicionada (linha laranja). Além disso, são irregularidades cometidas com acesso a caixa de medição ou ramal de entrada. Locais esses de maior facilidade de acesso por parte dos fraudadores. Por ser um local de fácil acesso, devem ser estudadas as causas e avaliar tecnologias para dificultar a intervenção de terceiros. A Figura 3 mostra um padrão de entrada e indica os pontos de acesso dos fraudadores, relacionados às irregularidades destacadas.

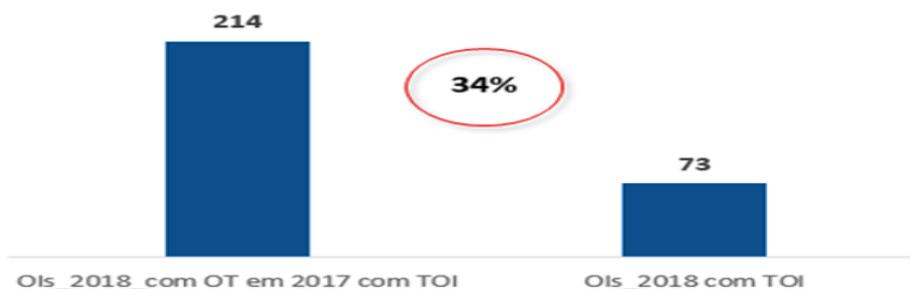
Figura 3
Locais de acesso das irregularidades apontadas



No sentido de avaliar a causa do problema referente ao ganho de energia, foi analisada a reincidência dos casos de furto de energia. Esse direcionamento para a reincidência se deu em função da percepção qualitativa das equipes e time de campo, onde observaram casos de clientes com furtos recorrentes. Verificou-se que a reincidência é um dos fatores para os baixos indicadores de ganho.

A Figura 4 mostra a análise de reincidência por anormalidade e do alimentador DIC 15 (alimentador escolhido como amostra). Este alimentador encontra-se em área urbana no município de Campos dos Goytacazes e possui 6.636 clientes ativos, ou seja, características similares aos demais trechos do sistema da concessionária em questão.

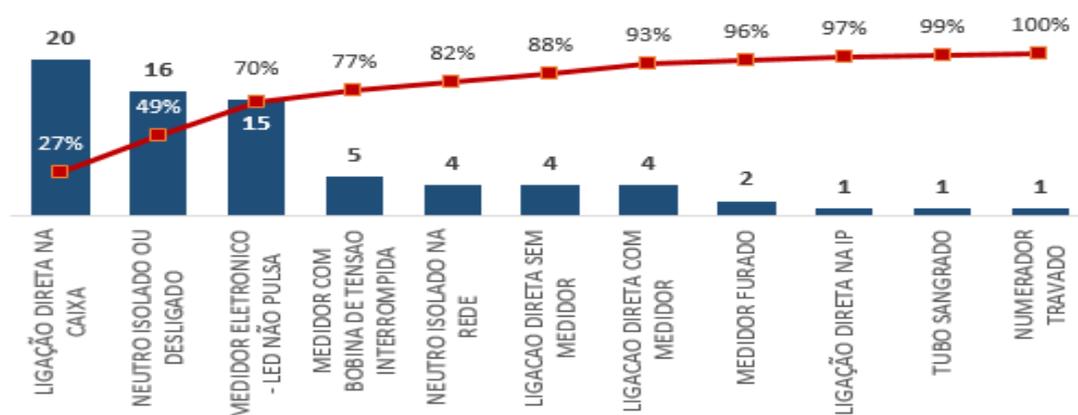
Figura 4
Taxa de reincidência - DIC 15



A Figura 4 apresenta o cálculo de reincidência de irregularidades entre 2017 e 2018 em um conjunto de clientes pertencentes ao alimentador DIC 15. O gráfico mostra quantas irregularidades foram encontradas em 2018 em um universo de clientes que já tiveram irregularidades em 2017. Neste caso, foi identificado o índice de reincidência de 34%. A taxa de reincidência consiste na relação entre as irregularidades encontradas em 2018 (73 irregularidades) e as encontradas em 2017 (214 irregularidades), ou seja, das 214 irregularidades encontradas em 2017, 73 voltaram a ser encontradas com fraude em 2018.

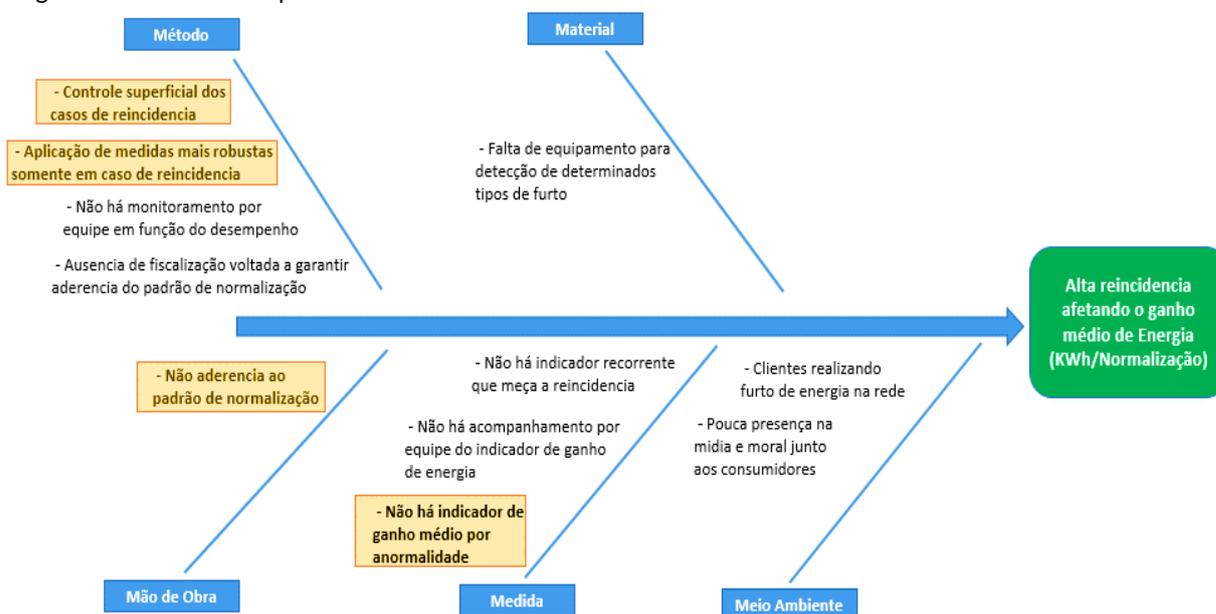
Na Figura 5, foram abertos os 73 casos de reincidência apresentados na Figura 5. Esses casos foram analisados de acordo com suas causas por meio do gráfico de Pareto, onde observou-se que as anormalidades com problemas no ganho de energia (Figura 2) se encontravam nas maiores participações do Pareto. Dessa forma, verificou-se que um dos problemas que afeta a energia adicionada das irregularidades destacadas na Figura 2 é a reincidência de fraude.

Figura 5
Principais anormalidade - 2018



Com objetivo de buscar soluções voltadas a minimizar a reincidência, foram realizadas reuniões de *brainstorming* com dezessete colaboradores. Dessa forma, foi elaborado o diagrama de Ishikawa, conforme a Figura 6. Na figura em questão encontra-se o problema a ser resolvido “alta taxa de reincidência afetando o ganho de energia” e as causas classificadas em: Material, Máquina, Método, Mão de Obra, Medida e Meio ambiente.

Figura 6
Diagrama de Ishikawa do processo



Por meio do diagrama de Ishikawa foram mapeadas doze possíveis causas e no sentido de buscar resultado rápido para o indicador em questão (ganho de energia), ou seja, atuar com menor esforço e maior impacto, decidiu-se focar na causa relacionada ao Método, onde soluções mais robustas são aplicadas somente na reincidência de fraude.

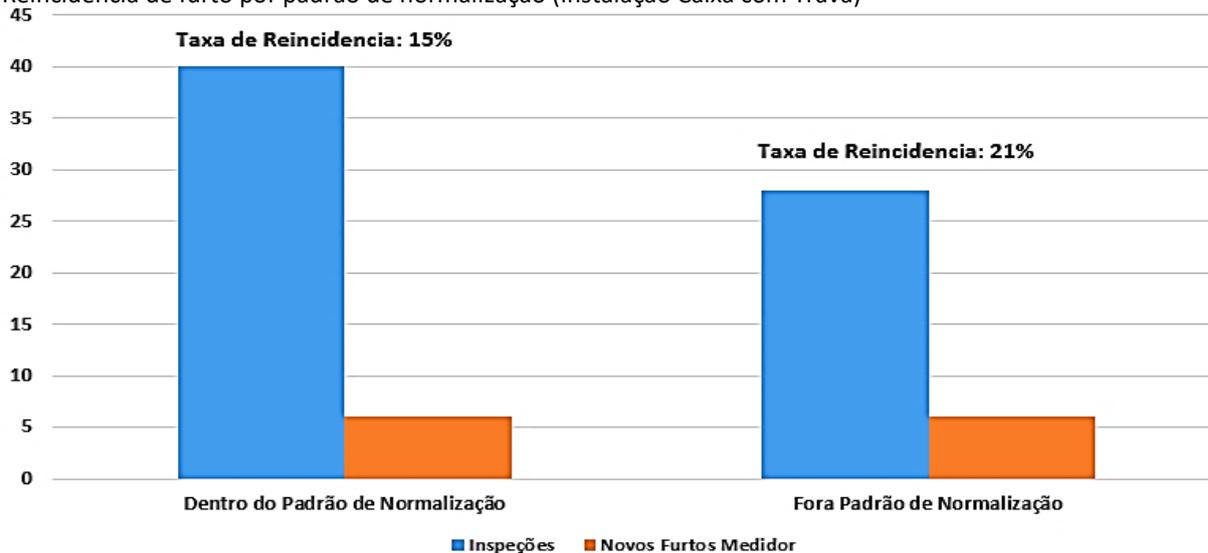
A medida mais robusta para minimizar intervenções na caixa de medição e padrão de entrada é a aplicação da Caixa com Trava a qual vem sendo utilizada na concessionária desde 2017. Trata-se de uma caixa com travas permanentes em quatro pontos, dificultando sua abertura por terceiros que buscam a fraude de energia. Este tipo de caixa tem por características: quatro travas laterais, caixa totalmente transparente, numeração na tampa e fundo para controle de aplicação. Porém o seu uso se restringe somente a reincidência de irregularidades.

Para observar detalhadamente o impacto da reincidência em função da aplicação da Caixa com Trava, foi selecionada amostra de clientes os quais foram fiscalizados em campo entre abril e maio de 2019. Foram fiscalizados 68 clientes, dos quais 40 tinham sido normalizados de acordo com o procedimento (aplicação da Caixa com Trava) e 28 não haviam sido normalizados conforme padrão.

A amostra selecionada representa 4,70% da população de inspeções que tiveram aplicação de caixa com trava em 2018. Foi observado que, nos casos em que não se aplicou o padrão de normalização, houve 21% de retorno ao furto. Nos casos em que se aplicou o padrão de normalização, houve 15% de retorno ao furto, uma redução de 30% na reincidência, conforme Figura 7.

Figura 7

Reincidência de furto por padrão de normalização (Instalação Caixa com Trava)



Observando as características de ganho e análise da reincidência, decidiu-se avaliar mudança no padrão de normalização, o qual orientava o uso da caixa com trava nas irregularidades “neutro isolado”, “ligação direta na caixa” e “tubo sangrado” somente na reincidência de furto. Para garantir a implantação da mudança e melhoria no ganho de energia, foi elaborado um plano de ação de acordo com a ferramenta 5W2H (Tabela 2), com destaque para as ações números 01 e 02, voltadas à redução de reincidência.

Tabela 2

Plano de Ação 5W2H para Implementação da melhoria observada

Item	Descrição Ação	Resp	Avanç	Início	Previsão
1	Revisar padrão de normalização frente a irregularidades de ligação direta em função do alto índice de reincidência	Especialistas	100%	01/05/2019	15/06/2019
2	Reforço junto as equipes e notificação das empreiteiras nos casos de reincidência e não aplicação do padrão (Caixa Follow Up)	Responsável Grupo B	100%	01/05/2019	10/06/2019

O padrão de normalização consiste em um documento, o qual é anexo à instrução de trabalho das equipes, e indica quais medidas devem ser aplicadas frente a uma anormalidade encontrada em campo. A medida a ser aplicada, NG, tem um padrão numérico.

Na Tabela 3 encontra-se o padrão de normalização anterior a mudança, com a aplicação da NG de caixa com trava somente na reincidência e na Tabela 4 encontra-se o padrão de normalização após a mudança, com aplicação da caixa com trava na primeira incidência de fraude para as anormalidades E27, G03 e G27. Os códigos de NGs correspondentes à caixa com trava são: 384, 391, 510 e 512.

Tabela 3
Padrão de normalização anterior a melhoria

1ª Normalização - Grupo NG - OBRIGATÓRIAS												
Anorm	Descrição	Instalação de Caixa						Ramal / Ligações / Sentinela				
		NG 01	NG 02	NG 03	NG 04	NG 05	NG 06	NG 01	NG 02	NG 03	NG 04	NG 05
E27	Tubo Sangrado	250	251	408	-	-	-	28	86	160	161	162
G03	Neutro Isolado ou Desligado	253	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G27	Ligação Direta na Caixa	-	-	-	-	-	-	509	-	-	-	-

Tabela 4
Padrão de normalização após melhoria

1ª Normalização - Grupo NG - OBRIGATÓRIAS												
Anorm	Descrição	Instalação de Caixa						Ramal / Ligações / Sentinela				
		NG 01	NG 02	NG 03	NG 04	NG 05	NG 06	NG 01	NG 02	NG 03	NG 04	NG 05
E27	Tubo Sangrado	384	391	510	512	-	-	28	86	160	161	162
G03	Neutro Isolado ou Desligado	384	391	510	512	-	-	253	-	-	-	-
G27	Ligação Direta na Caixa	384	391	510	512	-	-	509	-	-	-	-

Na Tabela 5 encontra-se a descrição dos códigos de NGs para facilitar o entendimento das Tabelas 3 e 4.

Tabela 5
Descrição das NGs

Código	Descrição (Padrão anterior)	Código	Descrição (Padrão após melhoria de processo)
250	Instalação Caixa Com Lente Poli	384	Instalação Caixa Follow-Up Poste Mono
251	Instalação Caixa Com Lente Mono	391	Instalação Caixa Follow-Up Poste Poli
253	Reconexão Neutro No Medidor	510	Instalação Caixa Follow-Up Alvenaria Mono
408	Instalação Caixa Follow-Up c/ Lente Poli	512	Instalação Caixa Follow-Up Alvenaria Poli

Após as análises e melhorias sugeridas, foi elaborado o ajuste na modelagem do processo dando origem ao desenho do processo após a implantação da melhoria (To-Be). O ajuste necessário na modelagem foi à retirada da etapa de aplicação do padrão nos casos de reincidência, conforme a Figura 8.

A partir da execução em campo, observou-se o comportamento em relação às instalações e ganho médio por normalização (Figura 9), ou seja, um aumento no número de instalações de caixa com trava a partir da mudança, fruto da instalação dessa medida na primeira irregularidade encontrada.

Figura 8
Tarefas e decisão eliminadas do modelo

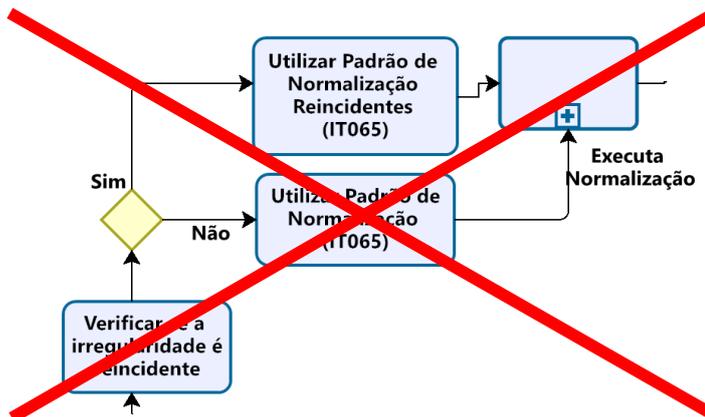
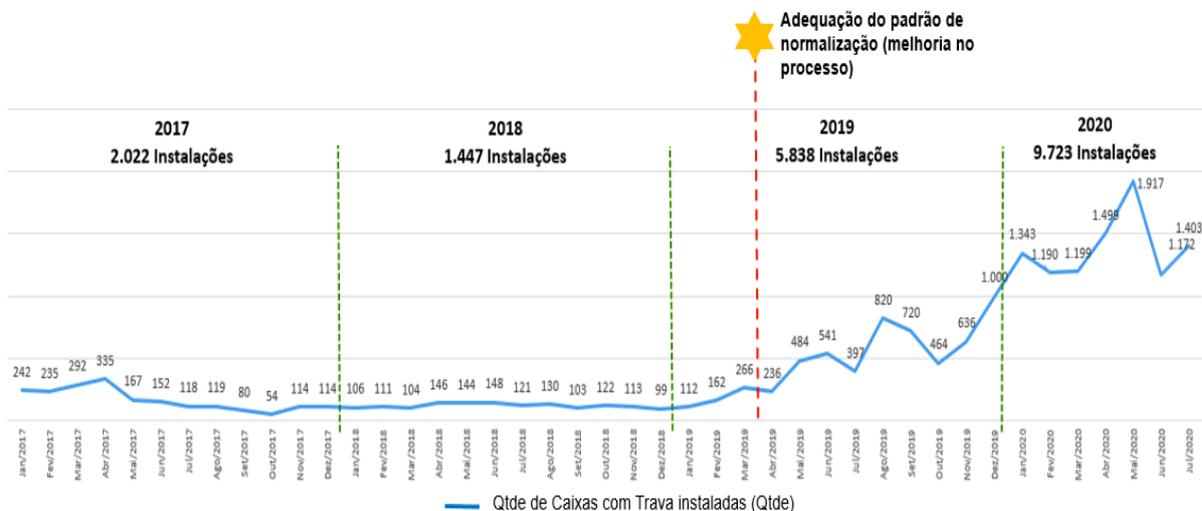


Figura 9
Quantidade de caixas com trava instaladas após revisão do padrão

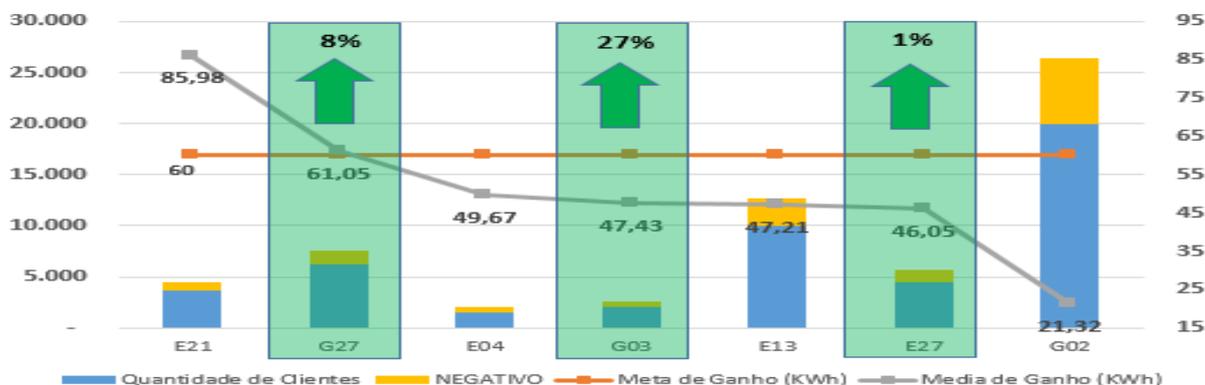


Além do aumento no número de instalações de caixa com travas (Figura 9), observou-se também o ganho médio de energia dessa solução. Para o comparativo do ganho médio da caixa com trava em relação às demais soluções foi utilizada uma medição que consiste na energia adicionada e na quantidade de normatizações realizadas em 12 meses (setembro/2019 até agosto/2020). O montante de energia adicionada neste período dividido pelas normatizações consiste no ganho médio, o qual é medido em KWh/Normalização. Desta forma, obteve-se um ganho médio por meio da Caixa com Trava de 83 KWh/Normalização e por meio de outras formas de normatizações de 57 em KWh/Normalização. Portanto, percebe-se que o ganho médio das normatizações realizadas com a Caixa com Trava é 45% maior do que as demais normatizações-

Especificamente em relação às anormalidades avaliadas como principais problemas no processo As-Is (Figura 2), foi analisado o ganho médio no processo To-Be, após a implementação da melhoria de processo, conforme mostra a Figura 8. Comparando o ganho médio no processo As-Is (Figura 2) com o ganho médio no processo To-Be (Figura 10) para as anormalidades G27, G03 e E27 observa-se o crescimento do ganho para todas as

anormalidades, com destaque para G03 – Neutro Isolado, que apresentou crescimento de 27% no ganho de energia.

Figura 10
Média de ganho por anormalidade 2020



6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho propôs a melhoria no indicador de ganho de energia com o auxílio da modelagem de processos integrada à aplicação das ferramentas da qualidade. Com a utilização da notação BPMN e de ferramentas da qualidade foi possível modelar o processo e tornar visíveis os problemas relacionados aos indicadores estratégicos no combate às perdas, bem como identificar as oportunidades de melhoria.

Aplicando as ferramentas de *brainstorming* e diagrama de Ishikawa foi possível identificar a oportunidade de melhoria no processo de inspeção, especificamente para redução de reincidência de furto e melhoria no ganho de energia.

A melhoria observada consistiu na aplicação da Caixa com Trava na primeira incidência em fraudes na caixa e padrão de entrada, e não somente na reincidência, como no cenário As-Is do processo. Tal mudança apresentou melhoria significativa no indicador de ganho de energia e conseqüentemente, na redução de perdas.

A contribuição dessa pesquisa aplicada foi de grande relevância no âmbito organizacional do segmento de energia devido ao desperdício e custo envolvido tanto para distribuidora quanto para o consumidor.

Como limitação desta pesquisa destaca-se o número de colaboradores entrevistados, ou seja, 17 colaboradores, o qual pode ser considerado pequeno.

Por meio deste trabalho foram identificadas oportunidades de trabalhos futuros, tais como: (i) implementar outras oportunidades apresentadas no Diagrama de Ishikawa; (ii) elaborar novas medições da efetividade da caixa com trava; (iii) utilizar o mesmo método para outras anormalidades com problema no ganho de energia; e (iv) elaborar a modelagem, utilizando a notação BPMN, para outros processos da concessionária.

REFERÊNCIAS

ABPMP. (2020). *BPM CBOK Version 4.0: Association of Business Process Management Professionals International- Portuguese Version*. Independently Published.

- Almeida, M. A. S.; Oliveira, W. C. & Dantas, P. R. P. (2006). Redução de perdas de energia elétrica na COELBA Estratégias e Resultados Pós-Privatização. *Revista CIER*. 48 (15), 19-22. <http://sg.cier.org.uy/publicaciones/revista.nsf/FrameUIFrameset?readForm>
- ANEEL. (2020). *Perdas de energia elétrica na distribuição*. Edição 1ª. Relatório. ANEEL. https://antigo.aneel.gov.br/documents/654800/18766993/Relatorio+Perdas+de+Energia_+Edição+1-2021.pdf
- ANEEL. (2021). *Metodologia de cálculo tarifário da distribuição - perdas de energia*. https://www.aneel.gov.br/calculo-tarifario-e-metodologia/-/asset_publisher/e2INtBH4EC4e/content/perdas/654800?inheritRedirect=false
- Arango, L. G. (2021). *Impactos das Perdas Comerciais sobre o Mercado de Energia*. Appris.
- Barbu, A; Simion, P. C.; Popescu, M. A. M.; Marcu, I. C. C. & Popescu, M. V. (2020). Exploratory Study of the BPM Tools used by Romanian Industrial Service Companies to Increase Business Performance. *TEM Journal*, 9(2), 546-551. 10.18421/TEM92-16. https://www.temjournal.com/content/92/TEMJournalMay2020_546_551.pdf
- Bocciarelli, P.; D'Ambrogio, A.; Giglio, A. & Paglia, E. (2019). *BPMN-Based Business Process Modeling and Simulation*. In: Proc. 2019 Winter Simulation Conference. Roma. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9004960>
- Carchiolo, V.; Catalano, G.; Malgeri, M.; Pellegrino, C.; Platania, G. & Trapani, N. (2019). *BPM tools for asset management in renewable energy power plants*. In: 2019 Federated Conference on Computer Science and Information Systems. Germany. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8859776/>
- Carvalho, M. M., & Paladi, E. P. (2012). *Gestão da qualidade: teoria e casos* (2a ed.). Elsevier.
- Faria, L. T. (2016). *Estimação espaço - temporal das perdas não técnicas no sistema de distribuição de energia elétrica*. [Tese. Doutorado em Engenharia Elétrica. Universidade Estadual Paulista – UNESP]. São Paulo. <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/137834>
- Figueiredo, L. R. (2018). *Mapeamento de modelos de processos de negócio para ontologias, incluindo sistema de consultas*. [Dissertação. Mestrado em Ciência da Computação. Universidade Estadual Paulista – UNESP]. São Paulo. <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/154195>
- Fonseca, M. C. do V. & Junior, O. C. (2018). BPMN Applied to the Automation of an Integrated Product Development Process Oriented to the R&D Projects of the Brazilian Electrical Sector. *Transdisciplinary Engineering Methods for Social Innovation of Industry 4.0*, 421–430. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-898-3-421>.
- Gerhardt, T. E. & Silveira, D. T. (2009). *Métodos de Pesquisa*. 120 p. Porto Alegre: Editora UFRGS.
- Huback, V. B. S. (2018). *Medidas ao combate a perdas elétricas não técnicas em áreas com severas restrições à operação de sistemas de distribuição de energia elétrica*. [Dissertação -Mestrado em Planejamento Energético]. Universidade Federal do Rio

- de Janeiro – COOPE/UFRJ]. Rio de Janeiro.
https://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/12_huback1.pdf
- Krogstie, J., Heggset, M., & Wesenberg, H. (2018). Business Process Modeling of a Quality System in a Petroleum Industry Company. *In Business Process Management Cases* (p. 557–575). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58307-5_30
- Lobo, C. V. F., Conceição, & Oliveira, S. B. (2018). Gestão por processos: um estudo de aplicação da notação BPMN em uma empresa de serviços do setor de óleo e gás. *Revista Inovação, Projetos e Tecnologias*, 6(1), 94-110.
<https://doi.org/10.5585/ipotec.v6i1.133>.
- Moher D., Liberati A. & Tetzlaff J. (2015). Principais itens para relatar revisões sistemáticas e meta-análises: a recomendação PRISMA. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 24(2), 335–342. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742015000200017>.
- Montenegro, F. R. M. S. & Callado, A. L. C. (2019). Fatores Contingenciais e o Uso de Indicadores de Desempenho Associados às Perspectivas do Balanced Scorecard. *Revista Gestão Organizacional*, 12(1), 73-91. <https://doi.org/10.22277/rgo.v14i1.4540>.
- Penin, C. A. S. (2008). *Combate, prevenção e otimização das perdas comerciais de energia elétrica*. [Tese. Doutorado em Sistemas de Potência. Universidade de São Paulo].
<https://doi.org/10.11606/T.3.2008.tde-14082008-092248>.
- Řepa, V., Pańkowska, M., & Sandkuhl, K. (2019). *Deriving Key Performance Indicators from Business Process Model*. *Perspectives in Business Informatics Research*, 365, 148–162. https://doi.org/10.1007/978-3-030-31143-8_11.
- Rodrigues, M. V. (2014). *Ações para a qualidade* (5. ed.). Elsevier.
- Safari, A. (2016). An effective practical approach for Business Process Modeling and simulation in service industries: Business Process Modeling and Simulation. *Knowledge and Process Management*, 23(1), 31–45. <https://doi.org/10.1002/kpm.1496>.
- Seleme, R; Stadler, H. (2013). *Controle da qualidade: as ferramentas essenciais*. Ed. Inter Sabereres.
- Silva, A. B.; Godoi, C. K. & Mello, R. B. (2010). *Pesquisa Qualitativa em Estudos Organizacionais* (2. Ed.). Saraiva Educação S.A.
- Silva, J. C., Longaray, A. A., Munhoz, P. R., & Castelli, T. M. (2019). Using the view of Business Process Management (BPM) for Process Improvement in the Shipping Industry and Offshore Construction Sector: A Case Study of the Rio Grande (RS) Naval Pole. *Gestão & Produção*, 26(4), 17. <https://doi.org/10.1590/0104-530x3909-19>.
- Teixeira, A. B., & Alarcón, A. D. R. (2019). A Melhora da Qualidade do Serviço Elétrico: A Experiência da CEEE no Rio Grande do Sul. *Inter-American Development Bank*.
<https://doi.org/10.18235/0001817>
- White, S. A., & Miers, D. (2008). *BPMN Modeling and Reference Guide: Understanding and Using BPMN*. Future Strategies Inc. 225 p.