

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

INGRID KIRSCH

**ANÁLISE E PROPOSTA DE MELHORIA EM SISTEMA DE APROVAÇÃO DE
PROJETOS DE MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA**

**São Leopoldo
2021**

INGRID KIRSCH

**ANÁLISE E PROPOSTA DE MELHORIA EM SISTEMA DE APROVAÇÃO DE
PROJETOS DE MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica, pelo Curso de Engenharia Elétrica da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Orientadora: Prof.^a Dra. Ana Paula Mallmann

São Leopoldo

2021

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me abençoar e me ajudar a conseguir concluir mais essa etapa.

Agradeço também a minha família, mãe Almiria Kirsch, pai Cezar Andre Kirsch e irmã Estefani Kirsch, pelo apoio e incentivo de sempre para conseguir realizar este trabalho.

Um agradecimento também a minha orientadora Ana Paula Mallmann, que me auxiliou e orientou durante toda a realização do trabalho. Em especial também ao professor Rodrigo Marques de Figueiredo, pela indicação de orientação.

Agradeço ao Bruno Vieira Melos, engenheiro da CPFL Energia, no setor de Geração Distribuída, pela disponibilidade de auxiliar no trabalho, através de disponibilização de documentos e esclarecimentos de dúvidas do setor em que trabalha.

E não menos importante, agradeço o apoio técnico da CPFL Energia na disponibilização dos dados, para que o trabalho pudesse ser realizado, pois sem eles não teria condições de finalizar este trabalho.

RESUMO

Os projetos elétricos de geração distribuída estão crescendo cada vez mais e, juntamente com isso, a grande demanda nas concessionárias neste setor também. Vem daí um ponto de atenção necessário no que diz respeito ao fluxo de atendimento dos pedidos por conta da concessionária. Neste sentido é analisado as normas cabíveis a esta parte no setor elétrico, tanto para aumentar o aproveitamento quanto para diminuir as recusas e retrabalho no setor de Geração Distribuída (GD) de microgeração até 10 kW da concessionária RGE/CPFL, como também diminuir o tempo de análise de cada projeto, desta forma sendo analisado mais projetos em um mesmo período. Essas melhorias se darão por meio de algumas modificações, tanto no formato de organização do setor em questão, como no próprio pedido de análise do projeto, efetuado pelo técnico. Otimizou-se um sistema de aprovação de projetos de microgeração fotovoltaica (FV), tomando como base um processo implantado na concessionária RGE/CPFL, para aumentar a taxa de aprovação dos projetos de GD no setor responsável, melhorando, assim, a relação cliente/concessionária e acelerando a instalação do sistema fotovoltaico do cliente. O trabalho foi realizado por meio de revisão de normas aplicáveis aos projetos e a área de microgeração, baseando-se tanto em normas da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) quanto em normas internas da concessionária. Também foram realizados questionamentos à equipe que opera no setor avaliado, visando um melhor entendimento dos procedimentos utilizados. As propostas apresentadas, se mostraram eficazes, demonstrando que podem diminuir o tempo de análise do projeto e principalmente as reprovadas, por meio de algumas modificações no processo de operação do setor e da solicitação por meio do site, pois são recursos que facilitam as atividades dos técnicos que avaliam os projetos e criam uma rotina que auxilia na análise dos documentos enviados, e auxiliam os técnicos responsáveis pelo projeto no momento da solicitação. Após toda a análise do setor e dos processos para melhoria, chegou-se a uma otimização do setor que pode ser utilizado pela concessionária em questão, podendo obter bons resultados, chegando a uma redução de recusas de até 71,48%, além da redução de tarefas e tempo de análise de projeto.

Palavras-chave: aprovação de projetos; microgeração fotovoltaica; norma conexão GD.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Linha do tempo da energia solar.....	10
Figura 2 - Montagem módulo FV.....	11
Figura 3 - Sistema FV de uma residência.....	12
Figura 4 – Módulos FV instaladas em telhado.....	14
Figura 5 - Fluxograma da CEEE-D.....	26
Figura 6 - Etapas de acesso Certel.....	28
Figura 7 - Fluxograma do trabalho proposto.....	30
Figura 8 - Modelo do <i>checklist</i>	32
Figura 9 - Fluxograma setor sequencial.....	36
Figura 10 - Apresentação de dados do cliente.....	40
Figura 11 - Sequência para preenchimento de dados no site.....	42
Figura 12 - Aviso de anexo.....	44
Figura 13 – Fluxograma da análise do setor.....	47
Figura - 14 Fluxo do aviso e conferência de anexos.....	48
Figura 15 - Fluxo de potência.....	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Trabalhos correlatos.....	18
--------------------------------------	----

LISTA DE SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BOS	Balance of system
CEEE-D	Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica
Certel	Cooperativa de Eletricidade Rural de Teutônia Ltda
CPFL	Companhia Paulista de Força e Luz
FECOERGS	Federação das Cooperativas de Energia, Telefonia e Desenvolvimento Rural do Rio Grande do Sul
FV	Fotovoltaica
GD	Geração Distribuída
GED	Gerenciamento Eletrônico de Documentos
IEEM	Modelo Econômico e Energético Integrado
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IT	Instrução Técnica
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
OTD	Orientação Técnica – Distribuição
PRODIST	Procedimento de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional
RGE	Rio Grande Energia
SIN	Sistema Interligado Nacional

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
2.1 Conceitos básicos.....	9
2.1.1 Energia fotovoltaica	10
2.1.2 Projeto fotovoltaico	11
2.1.3 Geração distribuída	15
2.1.4 Microgeração.....	16
2.1.5 Legislação aplicável	16
2.2 Trabalhos correlatos	18
2.3 Estudo de mercado	23
3 METODOLOGIA	30
4 ANÁLISE DO MÉTODO PROPOSTO	46
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
5.1 Sugestões de trabalhos futuros.....	54
REFERÊNCIAS.....	56

1 INTRODUÇÃO

A proposta de redução do valor na conta de energia elétrica faz com que a procura por instalação de painéis fotovoltaicos venha aumentando muito nos últimos anos, tanto em residências quanto em indústrias e comércios. Desta maneira, a demanda de aprovação deste tipo de projeto aumentou consideravelmente para as concessionárias. Visando essa questão, a otimização no processo de aprovação destes projetos torna-se valiosa, tendo em vista a velocidade de resposta ao cliente e a melhoria no processo interno da concessionária.

Este trabalho pretendeu-se otimizar o fluxo do setor de aprovação de projetos de microgeração fotovoltaica (FV) e a área de análise técnica dentro deste setor, tomando como base um processo implantado na concessionária Rio Grande Energia/ Companhia Paulista de Força e Luz (RGE/CPFL). O setor de Geração Distribuída (GD) que será analisado recebe projetos de até 10 kW. Desejou-se aumentar a taxa de aprovação dos projetos de GD no setor responsável, melhorando, assim, a relação cliente/concessionária e acelerando a instalação do sistema fotovoltaico do cliente.

O trabalho foi realizado por meio de revisão de normas aplicáveis aos projetos e a área de microgeração, baseando-se tanto em normas da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) quanto em normas internas da concessionária. Também foram realizados questionamentos à equipe que opera no setor avaliado, visando um melhor entendimento dos procedimentos utilizados. Por fim, foi sugerido melhoras no método utilizado pela concessionária.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A preocupação em otimizar o setor de GD têm uma importância para o bom andamento da instalação do sistema FV dos clientes e principalmente ter uma melhoria significativa na taxa de aprovação dos projetos fotovoltaicos do setor responsável.

Para o andamento do trabalho é verificados alguns conceitos básicos pertinentes, analisado outros trabalhos que são similares a este e como a questão está sendo tratada na concessionária.

2.1 Conceitos básicos

A energia fotovoltaica (FV) é gerada através de materiais semicondutores, que reagem a exposição à radiação solar, gerando energia elétrica. Os fenômenos fotovoltaicos começaram a ser observados desde o século XIX.

O projeto de um sistema fotovoltaico contém diversos equipamentos para o seu funcionamento, variando de um projeto mais complexo a um projeto simples. Tudo depende do tipo de aplicação e o sistema que o cliente deseja, levando em consideração também o quanto o cliente pode investir financeiramente no sistema que ele deseja.

A energia FV se encaixa dentro do setor de geração distribuída pois atua diferentemente da geração centralizada, que faz a transmissão do local de geração para os consumidores. A GD que é tratada no trabalho é conectada à rede de distribuição e o produtor da energia consome da energia gerada também.

As normas cabíveis à GD são apresentadas no site da ANEEL e todas compiladas em um documento chamado Gerenciamento Eletrônico de Documentos (GED) 15303 pela concessionária RGE/CPFL, onde são descritos os direitos e deveres dos clientes junto à concessionária. Também estão descritos os procedimentos a serem realizados para poder conectar a geração fotovoltaica à rede elétrica de distribuição. Este documento é originado da empresa CPFL Energia e a concessionária RGE/CPFL é uma adquirida da CPFL Energia; portanto, é utilizado o mesmo documento para as duas concessionárias. Por isso, será referenciado em todo o trabalho a norma pela empresa CPFL Energia (CPFL ENERGIA, 2020).

2.1.1 Energia fotovoltaica

Conforme Zilles (2012), o fenômeno de conversão fotovoltaico foi descoberto no século XIX. Neste período alguns estudiosos observaram fenômenos físicos que permitiam a conversão da radiação solar em energia elétrica. Então desde o século XX, o desenvolvimento da tecnologia dos semicondutores tornou possível o crescimento das indústrias fotovoltaicas, sendo esse crescimento acelerado por causa de diversas aplicações importantes.

Na Figura 1 está apresentada a linha do tempo da geração de energia solar, desde o século XIX, de sua descoberta até os dias de hoje. É possível de identificar que o efeito fotovoltaico já vem sendo observado há décadas, até chegar nos dispositivos com eficiência economicamente viável.

Figura 1 - Linha do tempo da energia solar



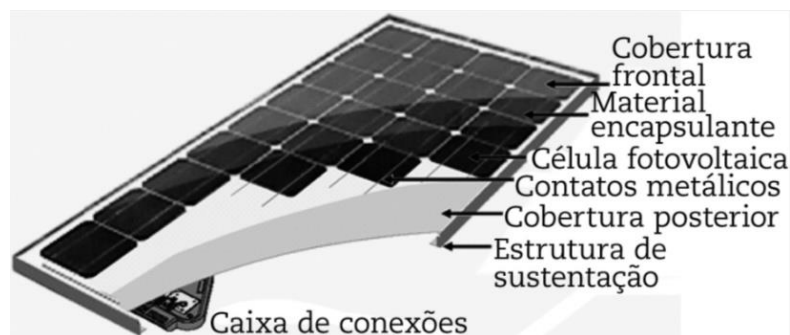
Fonte: Adaptada de OPUS SOLAR (2020).

Zilles (2012) também define que o efeito fotovoltaico consiste na transformação da energia contida na radiação luminosa em energia elétrica. Este efeito ocorre em alguns materiais, considerados semicondutores, com capacidade de absorver a energia contida nos fótons da radiação luminosa, que incide no material, transformando-a em eletricidade. As ligações químicas entre as moléculas da estrutura dos materiais semicondutores são quebradas pela energia absorvida. Através disso, cargas elétricas são liberadas para poderem realizar trabalho, no caso, energia.

Os elementos semicondutores mais utilizados para dispositivos de conversão de fotovoltaica são: Silício (Si) monocristalino, policristalino e amorfo, Arseneto de

Gálio (GaAs), Disseleneto de Cobre e Índio (CuInSe_2), Disseleneto de Cobre, Gálio e Índio (CuInGaSe_2) e Telureto de Cádmiio (CdTe) (ZILLES, 2012). Com o auxílio da Figura 2 é possível compreender melhor como é a montagem do módulo FV.

Figura 2 - Montagem módulo FV



Fonte: Zilles (2012).

Um módulo FV é construído por ligações de contatos metálicos, para interligar as células, cobertura frontal de vidro temperado e antirreflexivo e cobertura posterior normalmente de polifluoreto de vinila e estrutura de sustentação, além da caixa de conexões de um módulo ao outro.

2.1.2 Projeto fotovoltaico

Conforme Baulfour (2016), um sistema FV é projetado para gerar energia elétrica. E um sistema bem projetado, utiliza componentes de melhor qualidade, o que torna o seu investimento maior, diferente de um sistema mal projetado, que utiliza equipamento de qualidade mais baixa e por isso o investimento é mais baixo. Esse valor mais elevado é compensado durante a vida útil do sistema, sendo ele mais barato de manter e produzindo mais energia, já o sistema mal projetado não tem a mesma eficiência e conseqüentemente produz menos energia.

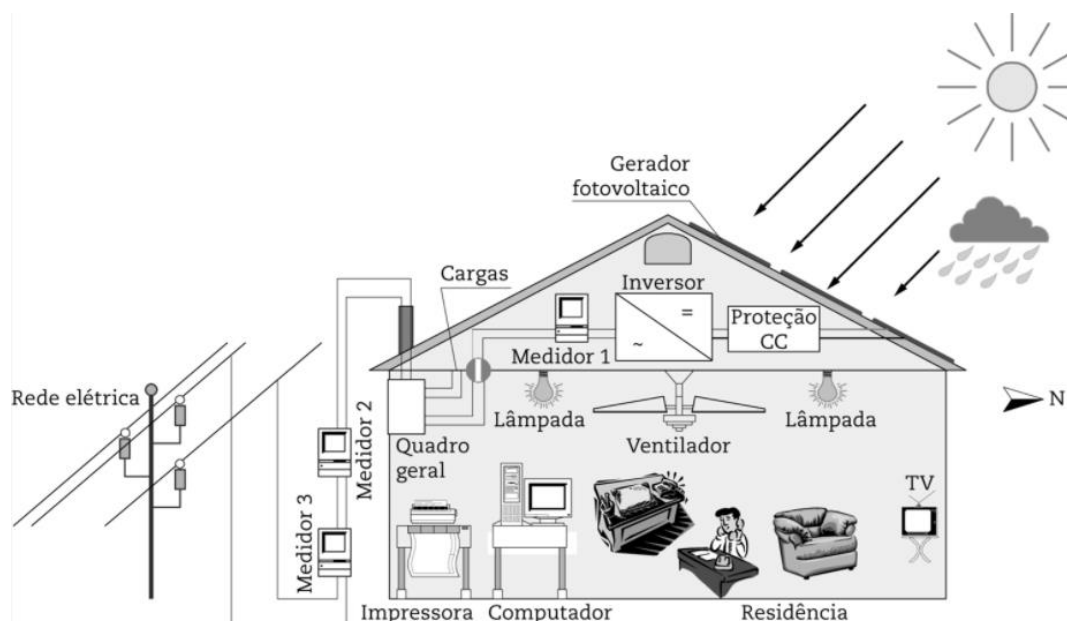
Os sistemas FV são personalizados, dependendo das necessidades e dos fatores ambientais locais. Esses fatores determinam o tipo de sistema necessário e o seu nível de desempenho (BAULFOUR, 2016).

Nos sistemas FV são incluídos os seguintes componentes: o recurso solar disponível no local, ou seja, como o Sol incide no local da instalação dos painéis, o painel solar que é constituído de vários módulos que por sua vez é feito de diversas células ligadas em série e com os painéis ligados em série forma-se a matriz. Outro

equipamento é a bateria, para armazenamento da energia, que não é utilizado em todos os projetos, pois muitas vezes a energia excedente é depositada na rede de distribuição. São utilizados também o inversor, responsável por converter a corrente em DC para AC, o controlador de carga para regular e manter a bateria, a demanda, que são os equipamentos que utilizam energia no local, que podem ser ligados em AC ou DC no sistema, cabeamento para a ligação dos componentes do sistema e o protetor contra surtos, para a proteção do sistema contra curtos-circuitos e flutuações de energia (BAULFOUR, 2016).

Baulfour (2016), cita alguns tipos de sistemas, por exemplo: sistema FV de uso diurno, que se constitui de um projeto simples, que são utilizados apenas durante as horas do dia; são comuns em áreas rurais e não utilizam baterias. Também é apresentado os sistemas independentes DC com armazenamento de energia em baterias, o que possibilita fornecer energia à noite ou para aplicações portáteis. Já os sistemas híbridos, que são sistemas combinados com geradores, energia eólica, células combustíveis ou qualquer outro tipo de geração de alta qualidade sem conectar à rede elétrica, pode constituir-se de um ou mais tipos de fontes. Os sistemas conectados à rede utilizam as redes como reserva de energia; são muito utilizados na área urbana e a energia consumida normalmente é devolvida à prestadora de serviço, durante o dia. Para um melhor entendimento de como é um sistema FV na Figura 3 é representada uma residência que faz uso do sistema FV.

Figura 3 - Sistema FV de uma residência



Fonte: Zilles (2012).

É demonstrado os principais equipamentos que são utilizados nos sistemas FV, como são ligados, a representação de dois medidores um para fazer a medição de injeção de energia na rede e o outro a medição de consumo da energia da rede. Esses dois medidores podem ser substituídos por um medidor bidirecional, que faz a medição de entrada e saída de energia na residência. Além de outros fatores, como os módulos estarem instalados para o norte e ter um quadro geral na casa.

Baulfour (2016), também apresenta a degradação do rendimento dos módulos fotovoltaicos, diminuindo a uma taxa de 1% a 2% ao ano. As degradações se devem a acúmulos de sujeiras, que impacta na capacidade do painel de transmitir radiação para as células, descoloração do material de encapsulamento, que inibi a radiação solar sobre as células. Destaca-se também a degradação das células, que ao longo do tempo sofrem corrosão e separação dos contatos, migração de metais através da junção p-n das células, rompimento do revestimento antirreflexo e rompimento do material tipo p das células. Também pode ocorrer curto-circuito nas células, trincas nas células, decorrentes de intemperes como granizos e danos que podem ocorrer durante a fabricação, envelhecimento ou impurezas nas soldas, envelhecimento da estrutura do módulo, curto-circuito dos módulos, fratura do vidro, *Hot Spots*, que é um dano térmico ocasionado pelo aquecimento das células trincadas e não idênticas, falha dos diodos de derivação e exaustão do encapsulamento, que provoca perda de rendimento.

Como o principal foco do trabalho são os sistemas FV conectados à rede de distribuição, são apresentados os requisitos especiais para essa modalidade. De acordo com Baulfour (2016), são necessários os módulos, inversores de onda senoidal de alta eficiência e vida longa, sistema de montagem, acessórios de suporte mecânico, cabos e fiação elétrica e componentes de Balanço do Sistema (BOS, do inglês *balance of system*), para equilíbrio do sistema. A Figura 4 demonstra a instalação dos módulos FV em um telhado.

Figura 4 – Módulos FV instaladas em telhado



Fonte: Baulfour (2016).

Na etapa de planejamento, Baulfour (2016) afirma que mesmo que as situações de cada cliente variem, o planejamento e a comunicação podem diminuir a necessidade de mais equipamentos ou tempo na instalação e diminuir os custos do sistema. Desta forma as empresas envolvidas realizam uma reunião para a transferência de tarefas para todos os setores da empresa e revisam o projeto após a contratação, analisam imagens do local, especificações e requisitos do sistema e, então, começam o processo de logística para a entrega do sistema FV.

A maioria dos equipamentos de montagem residencial é construída no telhado, pois há diversas maneiras de fazer a instalação de um sistema FV, como em um estacionamento, no chão, se houver lugar, entre outros. Em alguns locais onde há telhados íngremes, os módulos podem ser pré-montados na oficina e depois colocados no lugar (BAULFOUR, 2016).

Já ao que diz respeito a verificação da melhor inclinação dos módulos fotovoltaicos existe muitos trabalhos que estudam essa parte tão importante para a instalação dos painéis, explicando como é verificado a melhor inclinação de acordo com a situação e o que é possível fazer para aumentar a irradiação ao máximo possível nos módulos.

2.1.3 Geração distribuída

De acordo com Zilles (2012), os setores elétricos mundiais consideram geração distribuída como produção energética próxima ao consumo. Este conceito ganhou atenção recentemente, mas já existe há muito tempo, desde o início da industrialização. Mas como a energia por centrais de grande porte ficou mais barata, o interesse em geração distribuída reduziu. Mas no fim do século XX, diversos fatores pressionaram a busca por formas diferentes de aumentar a oferta de energia.

Vian (2021) caracteriza a geração distribuída como unidades produtoras de pequeno ou grande porte, instaladas próximos das cargas. Destaca-se que as GDs são geralmente constituídas de fontes de energias renováveis, predominando a fonte de energia solar.

É demonstrado por Vian (2021) que a motivação das GDs serem predominantes de energias renováveis se dá pela redução do custo de energia gerada pelas fontes de energias mais comuns, eólica e solar. Mas a redução maior de custos foi na energia gerada a partir de usinas solares, tendo uma redução em 8 anos, de 2009 a 2017, de cerca de 85%. Outro fator também foi a evolução dos módulos, que têm uma eficiência maior, gerando mais energia por módulo.

Zilles (2012) também afirma que por conta da reestruturação do setor energético brasileiro, libertados do monopólio estatal e tendo a separação das atividades geração, transmissão e distribuição, foi possível o acesso de investidores privados e assim chegou a uma consideração mais clara do que se entende hoje por geração distribuída. E com o avanço da ciência, principalmente com as novas tecnologias de conversão de energia e aumento da demanda energética, o desenvolvimento da geração distribuída, ganhou mais força.

O termo geração distribuída parte da ideia inicial de contraposição à geração centralizada de energia, que é o formato adotado por setores energéticos de praticamente todo o mundo. Por se tratar de uma forma de geração que começou a ser mais usada novamente nos últimos anos, não tem uma definição exata. Então são encontradas definições de GD por diversos fatores, como capacidade instalada, forma de conexão à rede, entre outras (ZILLES, 2012).

É exposto por Zilles (2012) diversas opções tecnológicas de GD, tais como as convencionais, que englobam motores a combustão interna e pequenas centrais

hidrelétricas, ou as tecnologias em desenvolvimento, como sistemas fotovoltaicos, aerogeradores, microturbinas a gás e células a combustíveis.

Na legislação brasileira, até 2012 a GD não possuía limites a capacidade instalada, porém era exposto algumas propostas de classificação no país: microgeração distribuída, geração até 10 kW; pequena geração distribuída, geração de 10 kW até 500 kW; média geração distribuída, geração de 500 kW até 5 MW; e grande geração distribuída, geração de 5 MW até 100 MW (ZILLES, 2012).

A partir de 2012, a Resolução Normativa nº482/2012 (ANEEL, 2012), considera microgeração a potência instalada até 75 kW e minigeração a potência instalada de 75 kW até 5 MW. Com a atualização da resolução para a Resolução Normativa nº 687/2015 (ANEEL, 2015), as mesmas potências são mantidas nas classificações.

2.1.4 Microgeração

Conforme a Resolução Normativa nº 687/2015 (ANEEL, 2015), microgeração distribuída é toda central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou no caso do trabalho, fontes renováveis de energia elétrica. Sendo qualquer uma das centrais geradoras conectadas na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras.

O foco do trabalho é em microgeração distribuída de fontes de energias renováveis fotovoltaicas, sendo assim a potência trabalhada será de até 75 kW. Todas as normas e aplicações que foram necessárias ao longo do desenvolvimento deste trabalho foi com objetivo até essa potência. Pois conforme a Resolução Normativa nº 687/2015 (ANEEL, 2015), acima desta potência são outras classificações de geração, não pertinentes ao trabalho.

2.1.5 Legislação aplicável

Conforme a ANEEL, as legislações referentes a GD, abrangem todos os requisitos que as concessionárias são obrigadas a cumprir, partindo da forma de pedido para conexão à rede elétrica, até a comercialização do excedente de produção de energia. Todas essas normas estão disponíveis no próprio site da ANEEL.

A Resolução Normativa nº 687/2015 (ANEEL, 2015), é uma atualização da Resolução Normativa nº 482/2012 (ANEEL, 2012), sendo essas normas as principais a serem seguidas, pois são elas que apresentam a forma de solicitação de conexão ao sistema de distribuição da concessionária, inclusive o formulário padrão para a solicitação de acesso ao sistema. Também apresenta os valores de potência instalada para as classificações de micro e minigeração distribuída.

Para a potência instalada da microgeração, determinada até 75 kW, pela Resolução Normativa nº 687/2015 (ANEEL, 2015), o prazo para as concessionárias conectarem as usinas até 75 kW, é de 34 dias, por meio de simplificações de processos e padronizando formulários de pedido. Neste trabalho o setor de foco abrange projetos de até 10 kW de potência, enquadrando-se na microgeração e no prazo apresentado anteriormente.

Mas uma das maiores mudanças que houve com a atualização da Resolução Normativa nº 687/2015 (ANEEL, 2015), é a comercialização dos excedentes de energias geradas pelas usinas. Passaram a validade dos créditos de 36 meses para 60 meses. Também podendo ser instalada as usinas em condomínios, sendo elas repartidas as percentagens em acordo entre os moradores. Ou ainda utilizar o excedente em outras unidades consumidoras de mesma titularidade. Para a energia fotovoltaica essa comercialização é muito bem-vinda, pois a energia é gerada apenas durante o dia. Desta forma, é possível “vender” energia ao sistema durante o dia e descontar deste valor em créditos do dia, no período da noite, onde não há geração de energia. Conforme a publicação da Geração Distribuída no site da ANEEL (2018), a rede elétrica funciona como uma bateria, sendo armazenada durante o dia, no período de produção e utilizada durante a noite no período que não há produção de energia.

Nesta Resolução é utilizado o módulo 3 do Procedimento de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST), referente à regulamentação de Acesso ao Sistema de Distribuição, apresentando diversos procedimentos, como de acesso, requisitos de projetos, responsabilidades, operação e manutenção, entre diversos outros pertinentes a este tópico.

A Resolução Normativa nº 414/2010 (ANEEL, 2010), também é uma norma utilizada para seguir critérios nas Resoluções nº 482/2012 (ANEEL, 2012) e sua atualização nº 687/2015 (ANEEL, 2015), pois é a norma que estabelece as condições de fornecimentos que as concessionárias devem seguir para os seus clientes. Mesmo

sendo um cliente com geração distribuída, ele ainda está conectado à rede elétrica da distribuidora, tendo assim que cumprir as normas vigentes pela ANEEL e pela concessionária e também ter seus direitos garantidos.

O trabalho está embasado na legislação da concessionária RGE/CPFL, o que resume todas as normas e está sendo utilizado pelos seus clientes para as consultas é o GED 15303. Este documento disponibilizado pela concessionária está sempre sendo atualizado conforme as normas mudam e nele está compilado todos os procedimentos que os clientes devem seguir e a própria concessionária. Desta forma o documento de apoio é este GED disponibilizado para os clientes da RGE/CPFL e assim será reconhecido os procedimentos de aprovação por este documento (CPFL ENERGIA, 2020).

2.2 Trabalhos correlatos

Na busca por trabalhos correlatos ao deste foram encontrados vários trabalhos que tratavam de problemas de geração distribuída, relacionados à energia fotovoltaica. Os 12 trabalhos encontrados apresentavam alguma relação com o tema proposto neste TCC, mas nenhum com o mesmo objetivo, sendo por meio de leis e normas, problemas enfrentados entre vários outros critérios. Estes trabalhos estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Trabalhos correlatos

Autor	Título	Ano	Correlação	Ref.
K. L. Anaya; M. G. Pollitt	<i>Integrating distributed Generation: Regulation and trends in three leading countries</i>	2015	É relatado como é o incentivo e o procedimento, em três países da Europa, para a conexão à rede elétrica de geradores de energia, tanto renováveis quanto não renováveis.	1
K. Kraatz; P. Dahal; A. Zahedi; D. McPhail	<i>Distribution network configurations for demand matching with photovoltaic system</i>	2015	Neste trabalho é demonstrado, através de um software, alguns cenários de reconfiguração de rede para gerenciar a injeção de tensão, gerada por painéis fotovoltaicos, na rede elétrica.	2
L. Cadavid; M. Jiménez; C. J. Franco	<i>Financial Analysis of Photovoltaic Configurations for Colombian Households</i>	2015	O trabalho apresenta vários cenários com instalação fotovoltaica para verificar qual a mais viável financeiramente no país, sendo considerados instalação de baterias, venda ou não de energia no sistema.	3

M. V. Moncada; W. Uterbey	<i>Expanding Energy Access through the Improvement of the Regulatory Framework for Renewable Distributed Generation in Nicaragua</i>	2016	Apresenta a legislação governamental referente ao incentivo da energia fotovoltaica na Nicarágua. Juntamente com os processos para ser incluso no SIN do país em questão.	4
D. Vieira; R. A. Shayani; M. A. de Oliveira	<i>Net Metering in Brazil: Regulation, Opportunities and Challenges</i>	2016	Neste trabalho é mostrado as normas vigentes a comercialização de energia de Geração Distribuída, com foco na energia solar.	5
J. A. Hernandez; C. A. Arredondo; D. J. Rodriguez	<i>Procedures to Make Projects About Renewable Energy Generation Connected to the Grid in Colombia</i>	2017	Mostra o processo e as leis para a geração e transmissão de energias renováveis e conexão ao SIN da Colômbia.	6
A. Kharrazi; V. Sreeram; Y. Mishra	<i>Assessment of Voltage Unbalance Due to single phase Rooftop Panels in Residential Low Voltage Distribution Network</i>	2017	É apresentado uma avaliação com simulação do método de Monte Carlo, para verificar o impacto da injeção de energia fotovoltaica, na rede em uma fase.	7
V. C. D. Assad; O. E. Batista	<i>Scenario and perspective of distributed Generation in Brazil</i>	2018	Relata o cenário da geração de energia fotovoltaica no Brasil. Essa energia é a mais instalada nos últimos anos, devido a incentivos do governo e o aumento na conta de energia.	8
I. K. Nisa; I. Garniwa	<i>Integrated Energy and Economic Model for Rooftop Photovoltaics on Distribution System</i>	2019	É utilizado um cálculo de acordo com os perfis de carga de clientes residenciais, para verificar os impactos nas redes e na economia da concessionaria.	9
P. C. Kemmerich; H. H. Figueira; L. Michels	Evolução para normatização para a conexão à rede elétrica de sistemas fotovoltaicos no mundo: uma revisão	2020	São apresentados neste trabalho diversas normas internacionais, juntamente com as suas alterações, com o intuito de verificar situações para poder conectar um sistema fotovoltaico na rede elétrica.	10
W. A. Carvalho Junior; G. N. Ferreira; E. B. Costa; A. C. Pinto; E. P. Machado; E. C. da Silva	Emprego de geração distribuída fotovoltaica para melhoramento das tensões de um sistema de distribuição	2020	Conforme um modelo de rede elétrica apresentado no software OpenDSS, é analisado a melhoria das tensões com a adição de sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica em simulações.	11
P. Benalcázar; J. Lara; M. Samper	<i>Distributed Photovoltaic Generation in Ecuador: Economic Analysis and Incentives Mechanisms</i>	2020	É apresentado uma avaliação econômica para a instalação de painéis fotovoltaicos no Equador, mostrando as taxas e um pouco do mercado de energia para os clientes residenciais, comerciais e industriais.	12

Fonte: Elaborado pela autora.

O trabalho de Anaya e Pollitt (2015) descreve os procedimentos para a conexão de geradores de energia elétrica em três países da Europa. Também é mostrado os incentivos do governo para alcançar metas de inclusão de geradores no sistema elétrico de cada um dos países. É relacionado com o trabalho alguns procedimentos e perdas para a conexão de micro geradores à rede de distribuição. E também são acatadas normas para isso, diferentes em cada país.

O trabalho de Kraatz *et al.* (2015), trata de um problema enfrentado pelas concessionárias, a injeção de tensão, fornecida por painéis fotovoltaicos, na rede elétrica de distribuição por um período do dia. Este é um problema que deve ser verificado na fase de aprovação de projetos, pois nessa parte que é verificado a capacidade da rede para o recebimento de novas cargas. Desta forma é pertinente ao trabalho pois é um tópico que provavelmente será incluso no *checklist* para a verificação antes da aprovação do projeto do cliente. Se necessário é feito melhorias na rede para o recebimento do novo cliente.

O trabalho de Cadavid, Jiménez e Franco (2015), analisa financeiramente a instalação de sistemas fotovoltaicos de diversas formas. No caso a instalação de baterias ou não, a comercialização de energia no sistema elétrico ou até mesmo o desligamento da rede. Todas essas formas são consideradas com período de tempo de vida das baterias e degradação a longo prazo dos painéis solares. Esses cenários são analisados com uma projeção de 20 anos, pois é mais ou menos a vida útil do painel fotovoltaico. Isso se relaciona com este trabalho, verificando as opções que os clientes têm para a instalação na rede de energia, verificando a economia e como funciona o sistema elétrico no país sobre algumas legislações necessárias para a venda ou não de energia.

No trabalho de Moncada e Uterbey (2016) é mostrado o comércio lucrativo para as concessionárias. São demonstradas as leis criadas para abater impostos pela instalação de painéis solares e para quais limites de potências os geradores deste tipo de energia devem pedir permissão para a inclusão no SIN. Infelizmente não é possível uma negociação de energia para clientes que geram energia apenas para o seu consumo, pois não há até o momento a instalação de medidores bidirecionais e não há legislação para este tipo de comercialização. Dada essas informações podemos relacionar o trabalho de Moncada e Uterbey (2016) com a parte de legislação governamental que hoje no Brasil está mais adiantada neste sentido, podendo os

clientes negociar a energia gerada, conforme está na Resolução Normativa nº 687/2015 (ANEEL, 2015).

O trabalho de Vieira, Shayani e Oliveira (2016) apresenta as normas vigentes, inclusive com as atualizações feitas até o ano de 2016. Ele mostra todas as formas de comercialização que a legislação tem, os incentivos que foram criados para a instalação de energia limpa e a forma de como é feito a cobrança de impostos e as suas isenções em determinados estados. É explicado algumas normas com estudo de caso para um maior entendimento. Este trabalho se relaciona diretamente por analisar as normas vigentes a este tipo de energia dentro das concessionárias e mostra as vantagens para a aquisição deste tipo de energia por parte dos clientes e assim aumentando a demanda neste setor das concessionárias.

O trabalho de Hernandez, Arredondo e Rodriguez (2017) apresenta o processo para conexão de sistemas de energias renováveis ao Sistema Interligado Nacional (SIN) na Colômbia. A potência tratada é de 500 kW até 20 MW e refere-se à geração e à transmissão deste tipo de energia. Difere-se do objetivo deste trabalho, que foca em microgeração e distribuição. Mas é visto que no trabalho é tratado de leis e normas para a inclusão no SIN e para a geração distribuída e também é analisado normas e leis para poder ser incluído a rede elétrica de distribuição. E é neste sentido que o artigo se relaciona com o este trabalho.

O trabalho de Kharrazi, Sreeram e Mishra (2017) mostra os impactos que a injeção de energia fotovoltaica causa na rede, quando aplicada em apenas uma fase. Pois pode gerar um desequilíbrio na rede e influenciar diversos problemas em outros clientes. Além disso é apontado que ao aplicar a energia solar gerada na rede, pode haver um grande impacto, devido ao horário de ponta da geração desta energia e do consumo por parte das residências. Desta forma é aplicado ao trabalho a parte de verificação da fase que deve ser aplicada a energia do cliente monofásico, assim sempre visando balancear as fases da rede elétrica.

Já o trabalho de Assad e Batista (2018) mostra o cenário da energia fotovoltaica no Brasil. O principal aumento foi nas residências, devido a incentivos fiscais do governo. O governo tem uma previsão de um grande aumento deste tipo de energia até 2024, principalmente para consumidores residenciais. As normas que dizem respeito a GD foram adaptadas para garantir uma vantagem para quem instala os painéis solares em casa. Este trabalho de Assad e Batista (2018), mostra a previsão

de aumento de instalação de energia fotovoltaica no país, o que aumentará a demanda no setor de geração distribuída das concessionárias.

O Modelo Econômico e Energético Integrado (IEEM), demonstrado no trabalho de Nisa e Garniwa (2019), é utilizado para ver o impacto da instalação de painéis fotovoltaicos em telhados residenciais. Esses impactos influenciam tanto na qualidade da rede elétrica como na economia da concessionária, pois com a diminuição de energia vendida e a manutenção das redes iguais, pode se tornar um investimento não lucrativo para a concessionária. O trabalho também mostra outro ponto de vista que deve ser avaliado pelos profissionais que analisam os projetos de painéis fotovoltaicos, no setor de GD.

No trabalho de Kemmerich, Figueira e Michels (2020), são analisadas diversas normas, com os parâmetros que se encaixam a conexão de energia fotovoltaica à rede elétrica. Essas normas são utilizadas no mundo todo, e conforme descrito, após as suas alterações, dão ampla abertura para as empresas conseguirem padronizar parâmetros para o seu uso. São relevantes a revisão de normas para componentes físicos da rede elétrica, como proteções entre outros.

O trabalho de Carvalho Junior *et al.* (2020) apresenta uma análise de uma rede no software OpenDSS, com o intuito de demonstrar através de simulações a melhora na rede com a adição de sistemas fotovoltaicos. Nestas simulações são conectados dois sistemas fotovoltaicos e comprovado que houve melhora na rede. As melhorias são verificadas apenas na parte ativa, já a reativa não foi especificada. Este trabalho é pertinente pois um dos pontos a ser avaliado são as redes elétricas da localidade para poder adicionar uma minigeração. Caso elas não comportem, não poderá ser aprovado até que haja uma melhoria.

O trabalho de Benalcázar, Lara e Samper (2020) mostra o mercado de energia no país Equador, as demandas de energia de cada classificação de clientes e um estudo para viabilização de instalação de placas fotovoltaicas para redução de custos com a energia. Também é apresentada a forma de negociação de energia para clientes geradores de energia solar e infelizmente não há incentivos por parte do governo para mobilizar mais clientes a incorporar a energia solar em suas residências, comércios, entre outros. Esse artigo mostra um pouco de como está a questão de clientes geradores de energia solar no país, ligando com o trabalho essa questão de incentivos e de aumento de demanda neste setor.

2.3 Estudo de mercado

A aprovação de projetos fotovoltaicos pelas concessionárias é realizada por meio de normas regidas pelos órgãos competentes como a ANEEL e Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). No caso da concessionária RGE/CPFL o compilado das normas é apresentado no GED 15303 (Conexão de Micro e Minigeração Distribuída sob Sistema de Compensação de Energia Elétrica) (CPFL ENERGIA, 2020). Já o caso da Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica (CEEE-D) (2021) é descrito na Instrução Técnica IT-11.01.081 (Acesso de Microgeração e Minigeração ao Sistema de Distribuição da CEEE-D) e da Cooperativa de Eletricidade Rural de Teutônia Ltda (Certel) é descrita pela Orientação Técnica - Distribuição OTD 035.01.08 (Requisitos técnicos para conexão de micro e minigeração). Assim como o documento da RGE/CPFL, a Certel utiliza os documentos da Federação das Cooperativas de Energia, Telefonia e Desenvolvimento Rural do Rio Grande do Sul (FECOERGS) (2019), por ser parte desta federação e por causa disto as referências a estes documentos serão feitas pelo nome da FECOERGS. Nestes documentos são descritos os prazos das solicitações, requisitos de projeto para obter a sua aprovação e regras para o funcionamento dos equipamentos do cliente conectados à rede, para que não haja interferências do sistema na rede e prejudique outros clientes. A CEEE-D (2021) não menciona em sua Instrução Técnica a Resolução Normativa nº 687/2015 (ANEEL, 2015), porém é mencionada em seu site esta resolução.

Conforme o GED 15303, o cliente deverá fazer a sua solicitação pelo site, que está indicado no próprio GED, também podendo fazer primeiro uma consulta de acesso para obter informações antes de enviar o projeto, para este processo são de até 60 dias a resposta. Já o prazo para a solicitação de acesso, que é o envio do projeto, juntamente com os documentos solicitados, é de 15 dias se não houver nenhuma melhoria na rede ou 30 dias se necessitar alguma melhoria. Se faltar algum documento ou for necessário algum a mais pela avaliação da concessionária o cliente terá um prazo de 15 dias para encaminhar (CPFL ENERGIA, 2020).

Para melhorias da rede é dito um prazo de 30 dias para a aprovação, mas é apontado que será feito um contrato com o cliente com prazos, definidos conforme a complexidade da obra (CPFL ENERGIA, 2020).

Para a concessionária CEEE-D (2021), os prazos são os mesmos, mas no IT é dito que se as irregularidades forem corrigidas em um prazo de até 15 dias após a notificação, os prazos de avaliação continuam de onde parou. A solicitação é feita por e-mail especificado no site, conforme a potência instalada.

Na Certel os prazos também são os mesmos, exceto pelo prazo de consulta de acesso que não é informado pela concessionária. O documento da Certel não informa por onde deve ser feito a solicitação de acesso à rede elétrica seja na empresa física ou por meio eletrônico, apenas mostra os documentos que devem ser apresentados e os formulários a serem preenchidos (FECOERGS, 2019).

Após ser aprovado o projeto e o cliente receber o parecer de acesso, ele terá 120 dias para solicitar a vistoria das instalações. Após a solicitação da vistoria pelo cliente ou após a conclusão das obras necessária, a RGE/CPFL terá um prazo de 7 dias para vistoriar as instalações. Se tiver alguma pendência, o cliente receberá em até 5 dias um relatório com o que será necessário ajustar. E por fim se estiver tudo aprovado o cliente terá a liberação de operação em até 7 dias. Na CEEE-D o Relacionamento Operacional é entregue junto com o Parecer de Acesso, ao responsável técnico e no IT é descrito que se for necessário é solicitado a presença do responsável técnico para a vistoria nas instalações do cliente. Na Certel é dito que o Relacionamento Operacional é entregue para clientes conectados em baixa tensão e o Acordo Operativo é para clientes em média tensão. O Relacionamento Operacional é entregue junto com o parecer de acesso e o Acordo Operativo é entregue junto com a aprovação do ponto de conexão (CEEE-D, 2021; CPFL ENERGIA, 2020; FECOERGS, 2019).

Para a microgeração são apontados pelos regulamentos das concessionárias a necessidade de seguir algumas normas estabelecidas, tais como o padrão de medição estar adequado para receber o medidor bidirecional, que contabiliza a entrada e saída de energia na rede, para poder fazer a cobrança mensal. Também é apontado pelo GED e OTD que para microgeração é necessário ter um inversor de frequência adequado nas normas apontadas no regulamento, sendo ele responsável pelo seccionamento da energia, caso haja alguma alteração que esteja em desacordo com a rede, como a frequência ficar abaixo ou acima do limite permitido e desligamento, caso a rede seja desativada, não podendo ter ilhamento na rede. Na questão do medidor bidirecional apenas o IT informa que poderá ser dois medidores unidirecionais, um para a contabilização da energia consumida e outro para a

contabilização da energia injetada na rede de distribuição, dependendo da solicitação do cliente e do custo para a concessionária. E é informado também sobre o ilhamento, que deve ter uma proteção para que isso não ocorra, sendo testado na hora da vistoria da concessionária nas instalações do cliente (CEEE-D, 2021; CPFL ENERGIA, 2020; FECOERGS, 2019).

Uma parte muito importante que é mostrada no GED é a comercialização da energia, onde é apontado que a energia excedente pode ser compensada em até 60 meses. Também são mostrados os tipos de contratos possíveis, como compartilhado em caso de edifícios ou compensação em local diferente do local de geração, deste modo cada tipo de solicitação é feito com um formulário diferente, disponibilizado como anexo no GED. A CEEE-D e a Certel também disponibilizam os formulários em anexo em suas normas. Nos documentos das concessionárias é explicado detalhadamente como seguir cada processo e as normas que devem ser seguidas e sendo apontado o site que tem mais esclarecimentos para a solicitação de aprovação dos projetos (CEEE-D, 2021; CPFL ENERGIA, 2020; FECOERGS, 2019).

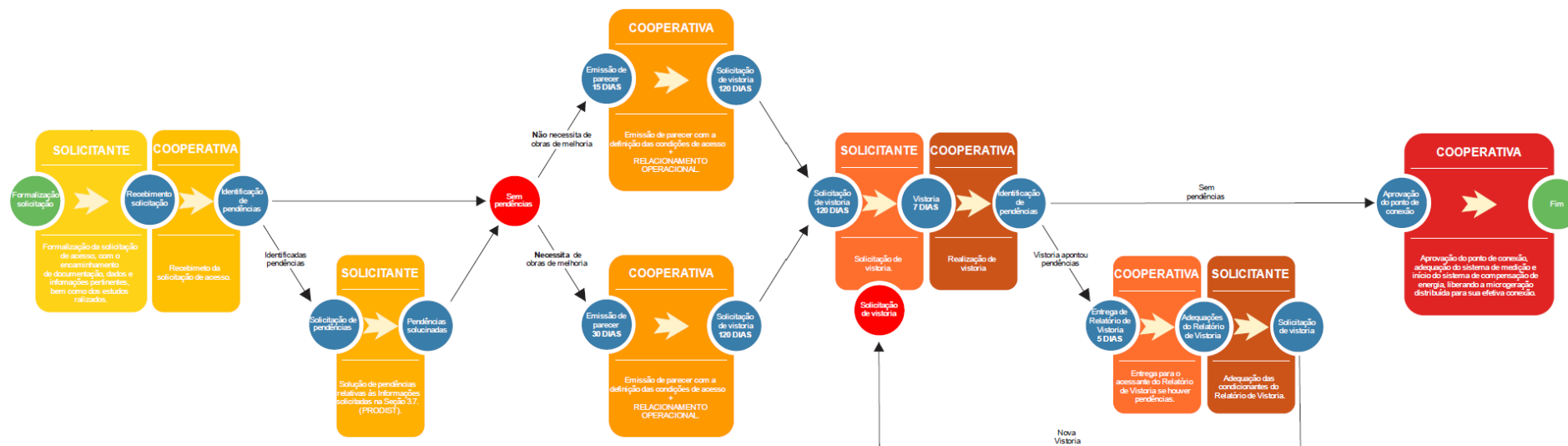
Todos os regulamentos mostram a solicitação de projetos de GD de todos os tipos, mas neste trabalho conforme o seu foco, foi analisado as normas apenas para microgeração fotovoltaica.

Na Figura 5 é demonstrado, o fluxograma da CEEE-D apresentado no IT. Este fluxograma fica disponível na norma da concessionária para todos os clientes e interessados em saber o seu processo de aprovação. (CEEE-D, 2021).

Como é possível ver na figura acima, é apresentado o fluxograma do processo de aprovação de um projeto FV de microgeração no setor da distribuidora de energia CEEE-D. Esse processo engloba desde a solicitação do projeto, até a conexão da GD ao sistema de distribuição da concessionária.

Já na Figura 6 é apresentado o fluxograma das etapas de acesso da minigeração do documento da Certel OTD. Como o outro fluxograma, este também está disponível para livre consulta na norma da concessionária, assim mostrando como funciona a aprovação no setor (FECOERGS, 2019).

Figura 6 - Etapas de acesso Certel



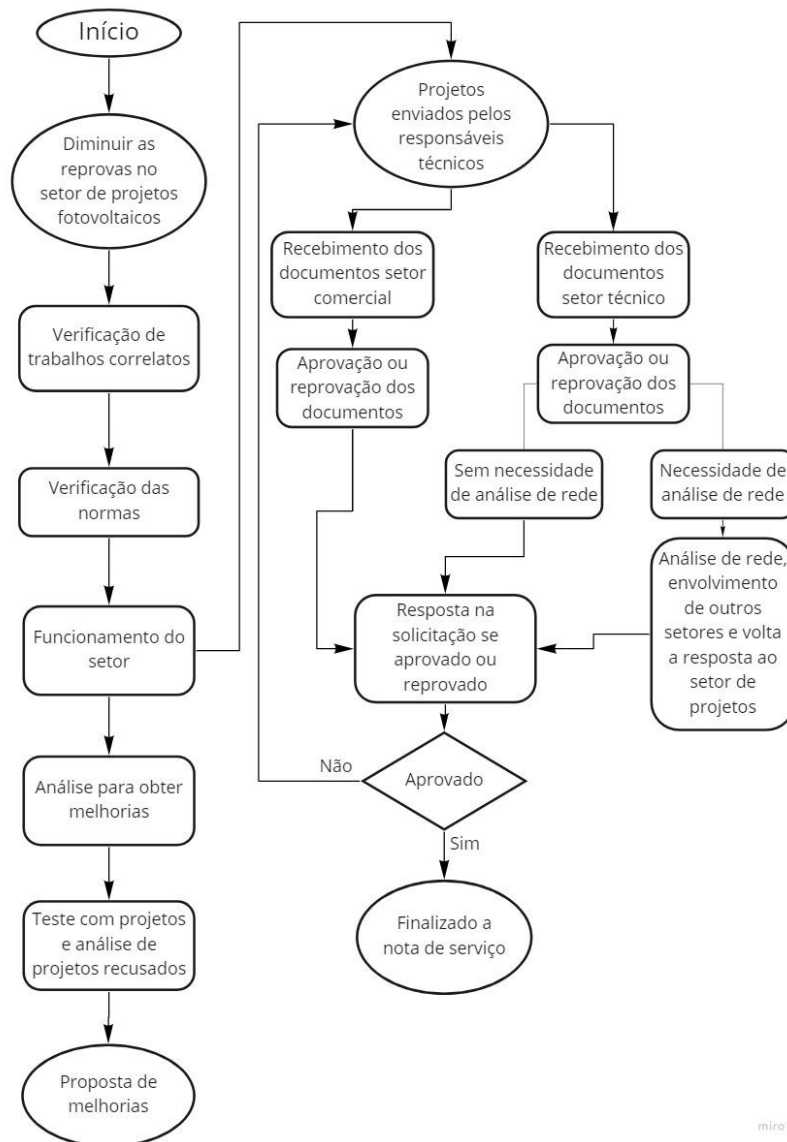
Fonte: FECOERGS (2019, p. 12).

Nesta figura é possível de identificar o fluxo que os clientes que desejam conectar a sua GD vão percorrer, desde a solicitação com o projeto FV de microgeração até a conexão e liberação para uso em sua instalação. É possível de identificar neste fluxograma o que é de responsabilidade do cliente e da concessionária, de uma maneira mais compreensível, facilitando o entendimento das normas descritas ao longo do documento utilizado pela Certel.

3 METODOLOGIA

No fluxograma da Figura 7 é visto o propósito do trabalho, as etapas que foram seguidas até as ideias para melhoria no setor. O setor estudado ao longo do trabalho também está apresentado sucintamente no fluxograma, para ter uma ideia de como os projetos FV são analisados até a sua aprovação ou recusa.

Figura 7 - Fluxograma do trabalho proposto



Fonte: Elaborada pela autora.

A sequência seguida para o desenvolvimento do trabalho é mostrada no fluxo da esquerda da Figura 7 desde o objetivo do trabalho, que é diminuir a reprova do setor de GD, até as propostas de melhorias. Já o fluxo da direita apresenta o

funcionamento do setor de GD desde a solicitação dos responsáveis técnicos até a resposta da concessionária, através da finalização da nota de serviço.

Para o desenvolvimento deste trabalho foi realizado o estudo do GED 15303 (CPFL ENERGIA, 2020). A partir deste documento foi montado um *checklist* em uma planilha para análise de projetos aprovados e reprovados pela concessionária. Foram disponibilizados pela empresa RGE/CPFL sete projetos aprovados para análise com o *checklist* elaborado, porém não pode ser disponibilizado projetos reprovados. Contudo, foi disponibilizado um histórico de projetos recusados, tendo cinco motivos pelos quais os projetos foram recusados; estes foram listados por ordem de maior quantidade para a menor quantidade de itens recusados. Os apontamentos são: preenchimento errado, falta de documentos, certificado, padrão incompatível e pedido errado.

O *checklist* foi elaborado para esse estudo, com base no GED 15303 (CPFL ENERGIA, 2020), onde são descritos todos os processos de conexão de microgeração na rede, contendo todos os prazos, documentos e passos a serem seguidos para a solicitação de conexão. Consta também algumas informações relevantes para os projetos que serão enviados. Com base nos documentos exigidos, da área técnica e da área comercial, foi montada uma planilha, que está apresentada na Figura 8. Primeiro são separadas as modalidades de geração local, autoconsumo remoto, geração compartilhada e empreendimentos de múltiplas UCs. Posteriormente são separadas cada uma das modalidades em pessoa física e jurídica e assim são adicionados os documentos que cada projeto específico deve encaminhar para a área comercial. Já a área técnica não tem toda essa separação e, assim, todos os documentos necessários são adicionados e verificados para todos os tipos de modalidades. Esse documento criado foi utilizado para a análise dos projetos aprovados que se teve acesso.

Figura 8 - Modelo do *checklist*

CHECKLIST				Projeto
DOCUMENTOS				
Tipo	Modalidade	Física/Jurídica	Documentos solicitados	Contém Doc. sim/não
Comercial	Geração Local	Pessoa Física	Anexo E1	sim
			RG	sim
			CPF	sim
			Procuração Registrada em cartório	sim
Técnica	Independente da modalidade	Independente	Certidão de registro profissional	sim
			ART	sim
			Anexo F	sim
			Projeto CAD em dwg	sim
			Projeto CAD em dwg - Planta de localização (rua e referência elétrica próxima)	sim
			Projeto CAD em dwg - Planta de situação (Padrão de entrada e limites)	sim
			Projeto CAD em dwg - Diagrama unifilar (Ponto de conexão, bitola, disjuntor, medição, proteção, inversor, central geradora)	sim
			Certificado do(s) inversor(es)	sim
			Foto do padrão de entrada	sim
			Foto do dispositivo de proteção geral - Disjuntor	sim
Aprovado ou Reprovado				Aprovado

CHECKLIST				Projeto
DOCUMENTOS				
Tipo	Modalidade	Física/Jurídica	Documentos solicitados	Contém Doc. sim/não
Comercial	Geração Local	Pessoa Física	Anexo E1	não
			RG	sim
			CPF	sim
			Procuração Registrada em cartório	sim
Técnica	Independente da modalidade	Independente	Certidão de registro profissional	sim
			ART	sim
			Anexo F	sim
			Projeto CAD em dwg	sim
			Projeto CAD em dwg - Planta de localização (rua e referência elétrica próxima)	sim
			Projeto CAD em dwg - Planta de situação (Padrão de entrada e limites)	sim
			Projeto CAD em dwg - Diagrama unifilar (Ponto de conexão, bitola, disjuntor, medição, proteção, inversor, central geradora)	sim
			Certificado do(s) inversor(es)	sim
			Foto do padrão de entrada	sim
			Foto do dispositivo de proteção geral - Disjuntor	sim
Aprovado ou Reprovado				Reprovado

Legenda	
Escritas em laraja	Depende da situação para ser obrigatória

Fonte: Elaborada pela autora.

Na Figura 8 é verificado todos os campos de documentação solicitada pela concessionária em sua norma, analisado para a modalidade de geração local, pois como são várias modalidades que podem ser analisadas, foi colocado apenas um caso, para melhor identificar os casos. Foi colocado um exemplo de anexo E1 não entregue, que é o formulário de solicitação de acesso de microgeração até 10 kW, e como demonstrado o projeto ficou como reprovado, apenas para verificar a funcionalidade do *checklist*. Desta maneira é possível de afirmar que esse documento facilitaria a análise tanto do técnico que está avaliando os documentos quanto do técnico que envia a solicitação, pois eles apenas preencheriam os campos com sim ou não para verificar se está aprovado ou não o projeto.

Os projetos aprovados disponibilizados não obtinham informação pessoal ou da instalação do cliente, o que preserva o anonimato do cliente. Todos os projetos passaram pelo *checklist*, demonstrando a sua importância e facilidade em aplicá-los na verificação dos documentos exigidos. Por não se ter acesso aos documentos com informações pessoais e instalações dos clientes, foram considerados os documentos sem acesso como se fossem entregues, pois eram obrigatórios para a aprovação do

projeto. Destaca-se, também, que pela falta dos documentos que continham os dados dos clientes, todos os projetos foram avaliados com a modalidade Geração Local para pessoa Física; porém com esse *checklist* utilizado, pode-se fazer a análise de documentos em outras modalidades, como por exemplo, de geração compartilhada.

Todos os sete projetos foram analisados um por vez e verificados os seus documentos e conteúdos. Os projetos não continham documentos da área comercial, logo foram dados como entregues e colocados como aprovados pelo primeiro setor. Assim foi passado para a área técnica, onde foi verificado se um dos itens pedidos foram encaminhados na solicitação dos projetos. Então, todos os documentos que não continham dados ou os que puderam ser retirados os dados pessoais ou da instalação foram analisados conforme o *checklist*. Como era de se esperar, todos os projetos foram aprovados, pois continham todos os documentos necessários. Desta forma o *checklist* foi uma ferramenta muito útil para as verificações das documentações dos projetos, sendo ele utilizado para qualquer modalidade dos projetos.

Como não se teve acesso a projetos recusados, não pode-se analisar a eficácia do *checklist* em todas as situações reais, porém nos testes do documento foi dito que um dos documentos necessários não foi entregue e ele acusou como recusado o projeto. Logo, esta planilha poderia ser disponibilizada para os responsáveis técnicos com algumas modificações, para facilitar o uso dos técnicos e, assim, ser possível confirmar se todos os documentos necessários estão anexados e seguir o fluxo de envio para análise. As modificações seriam na parte de alterar a parte que aponta aprovado ou reprovado, para mostrar enviar ou não enviar o projeto, apontando que poder ser entregue o projeto, a partir de uma verificação de todos os documentos, indicando que o técnico dispõe de todos os documentos para a entrega. Também pode ser utilizado pela concessionária para verificação interna dos documentos, sendo um método mais otimizado em questão de tempo de retorno ao cliente. Mas para isso seria necessário dividir o *checklist* em duas partes; cada parte dele ficaria no seu setor responsável, comercial ou técnico.

O *checklist* se mostrou uma ferramenta rápida para a verificação dos documentos. Desta forma poderia agilizar a verificação do setor, pois nele seria marcado cada item que já foi verificado. Muitas vezes o responsável em avaliar o projeto pode esquecer que verificou algo ou deixar passar algo sem verificar, ficando o registro que foi ou não analisado cada item. Assim não terá necessidade de reavaliar

algo, pois muitas vezes a quantidade de documentos pode atrapalhar as verificações, principalmente por não serem nomeados adequadamente os arquivos enviados pelos técnicos responsáveis pelo projeto e execução da instalação dos módulos FV.

Em relação ao histórico disponibilizado pela concessionária, trata-se de uma planilha feita no Excel, que apresenta os motivos de recusa de projetos de diversas cidades da região que o setor atende. Esta planilha continha 803 casos, das quais em algumas situações houve mais de um motivo de recusa: 400 recusas por preenchimento errado, 246 recusas por falta de documento, 163 recusas por causa do certificado do inversor, 66 recusas por padrão incompatível e 18 recusas de pedido errado. Com o histórico é possível verificar que a maior causa de recusa é o preenchimento incorreto de documentos, tendo em vista, que se houver uma maneira de diminuir esse montante de recusas por este motivo, resultará em uma melhoria significativa nos projetos recusados.

Passando para percentual esses valores, obtemos 38,61% de recusas por preenchimento errado; 30,63% de recusas por falta de documentos; 20,3% de recusas referente ao certificado do inversor; 8,22% de recusas do padrão incompatível; e 2,24% de recusas de pedido errado. No histórico teve em alguns pedidos mais de um motivo de recusa. Deste modo, como a recusa por preenchimento errado é bem maior que as outras, foi descontado dos pedidos com preenchimento errado os 90 pedidos que obtiveram mais de um motivo. Mesmo assim é o pedido que tem um percentual mais alto nos motivos, seguido pelas recusas de falta de documento, sendo os dois os que serão mais trabalhados para melhorias no setor.

Para um entendimento mais completo de como funciona o sistema de aprovação no setor em questão, foi consultado um dos responsáveis pelo setor de GD. Com essa conversa, foi entendido o que se enquadra dentro dos motivos de recusas e como é feita essa análise, além dos prazos utilizados dentro do setor.

O preenchimento errado é ocasionado pela falta de informações nos anexos solicitados pela concessionária ou por informações divergentes nestes ou até mesmo pela falta de assinatura. Isso acontece apesar das informações fornecidas através do site da concessionária ou no GED 15303 (CPFL ENERGIA, 2020). Conforme o responsável Bruno Vieira Melos, além dos locais com explicações, como site e GED 15303 (CPFL ENERGIA, 2020), a equipe de análise de projetos está disponível uma hora por dia para solucionar dúvidas dos responsáveis técnicos das instalações via

telefone, a fim de diminuir o número de informações preenchidas de forma incorretas e sanar outras dúvidas relacionadas aos pedidos (informação verbal).¹

A falta de documentos é a segunda maior causa das recusas, sendo a falta de um ou mais documentos importantes solicitados para a análise. Dependendo do tipo de projeto, dados da instalação ou outra necessidade, os documentos podem ser requeridos pelo avaliador do projeto. Conforme Bruno, o site tem os tópicos com o nome de cada documento necessário a ser enviado, mas com possibilidade de ser não apto pois é adicionado apenas um PDF, não tendo como fazer a verificação antes do analisador abrir os documentos e avaliá-los.

O certificado dos inversores é a terceira maior causa das recusas. A recusa se dá pela falta do certificado ou pelo certificado apresentar a sua validade expirada, informação que pode ser verificada no site do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). Também é colocado como recusa quando é anexado um certificado que não condiz com o inversor que está sendo apresentado no projeto.

Já o padrão incompatível é dado quando o padrão de medição está diferente daquele que consta no cadastro da instalação. Um exemplo disso ocorre quando o pedido dos projetos FV é solicitado para uma medição trifásica e no local há uma medição monofásica. O pedido é recusado e o cliente deve primeiro ajustar a sua entrada de energia para o padrão solicitado e posteriormente prosseguir com o pedido. Ou se a medição no local é monofásica e no projeto está trifásica, o projeto deve ser ajustado e reencaminhado, para que esteja de acordo com o tipo de medição do local.

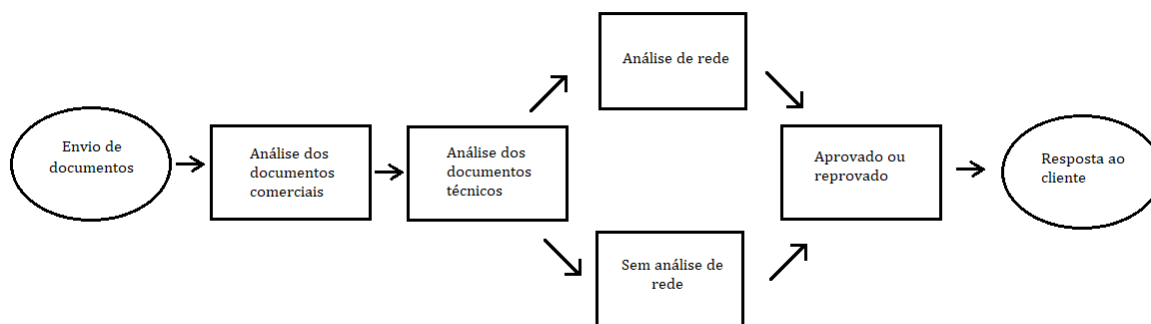
E por último, e mais difícil de acontecer, é o pedido errado, sendo ele gerado com alguma divergência de endereço e/ou documentação, não podendo ser prosseguido. Como o endereço solicitado é diferente do endereço real da instalação, ou é uma instalação que não condiz com o titular do local e não há procuração do local, os dados são outros, o pedido deve ser todo refeito. Conforme o Bruno Melos este é o único pedido que tem a atividade cancelada e deve ser solicitado desde o princípio novamente.

As análises dos projetos aprovados foram feitas em forma sequencial, sendo primeiro avaliado os documentos da área comercial e depois os documentos da área

¹ Informação obtida via Whatsapp em 5 de setembro de 2021.

técnica. Essa é uma das práticas que podem ser aplicadas ao setor: fazer a avaliação na forma sequencial, no caso a avaliação da área técnica se daria após a avaliação da área comercial, conforme é visto no fluxograma da Figura 9.

Figura 9 - Fluxograma setor sequencial



Fonte: Elaborada pela autora.

Na forma sequencial, como demonstrado no fluxograma, os projetos passariam primeiro pelo setor comercial, para análise dos documentos de sua responsabilidade e posteriormente, passariam pelo setor de documentos técnicos junto com o parecer de aprovado ou reprovado do setor anterior. Então seria encaminhado para a parte de análise de rede se fosse necessário e posteriormente seria finalizado com aprovado ou reprovado. Caso não fosse necessário análise de rede, o setor comercial finalizaria a nota com aprovado ou reprovado.

Fazendo a análise de forma sequencial, quando um projeto fosse recusado na primeira área deveria ser sinalizado, para o próximo setor colocá-lo no final da fila de projetos em avaliação e priorizar os que já foram aprovados, pois assim os aprovados teriam uma resposta mais rápida, mesmo que os reprovados necessitem também de resposta rápida.

A lógica sequencial pode ser válida caso seja possível modificar o modo de operação do setor. Desta forma, não é necessário o setor de análises técnicas olhar algum documento da área comercial para conferir algumas informações. Assim que o setor comercial atesta a aprovação, o setor técnico sabe que as informações estão todas corretas e já tem o parecer do projeto; e caso seja reprovado, poderia colocar no final da fila de projetos, para avaliar algum que já foi aprovado antes e que possa precisar de um pouco mais de tempo.

Esse tempo refere-se à análise de rede, com ou sem projeto, pois se o aplicativo demonstra que é necessário análise, é um tempo a mais despendido em um projeto que tem mais chance de ser aprovado. Mas isso seria mais importante ainda com os projetos que necessitam obra na rede, pois são encaminhados para outros setores para análise do local e planejamento das obras. Isso ajudaria a diminuir o tempo de espera do cliente.

O formato de avaliação em cascata também é útil ao setor em casos de recusa de pedido errado, pois algumas situações que se encaixam como pedido errado cancelam a solicitação automaticamente. Como por exemplo fazer o pedido para um endereço diferente do projeto. Desta forma o pedido não chegaria ao setor técnico, que por necessitar fazer análise de rede em muitos projetos, tem uma demora maior na avaliação de cada projeto. Assim diminuiu-se a quantidade de projetos da parte de análise de documentação técnica, o que otimiza o tempo desta etapa, para resposta de outros clientes

Como o tempo de resposta mesmo para os clientes recusados também é um fator importante, e não pode exceder os 15 dias úteis, conforme a legislação da concessionária, os projetos recusados vão para o final da fila e assim demoram um pouco mais para serem avaliados. Mas assim que recusados o tempo de resposta começa a contar novamente do zero. Com as modificações solicitadas pela concessionária, seja documento ou projeto, realizadas o pedido é novamente encaminhado para o setor, como um novo pedido e não como uma continuação do pedido, pois o setor necessitará analisar todas as informações novamente logo, será como um projeto novo encaminhado. Desta forma prioriza-se os projetos com maior potencial de aprovação e os reprovados são analisados posteriormente.

Essa análise de projeto que já foi reprovado na parte dos documentos comerciais, passaria por um modo de operação particular. Como ele foi para o fim da fila, via de regra ele é analisado no próximo dia, a não ser que naquele momento não tenha pedidos aprovados a serem analisados. Caso haja uma demanda grande de projetos já aprovados e necessitem de mais tempo deverá os projetos recusados estender para dois dias o seu prazo para avaliação.

Na conversa com Bruno é explicado por ele que o prazo máximo de resposta com a aprovação ou recusa do projeto é de 15 dias se não houver obra na rede, para poder atender ao cliente e 30 dias se houver obra na rede. Porém, o setor trabalha com o prazo de o dia mais um dia, para responder rapidamente o cliente e não

ultrapassar o prazo estipulado. Caso o projeto seja recusado, o prazo é trancado até o responsável técnico corrigir o que foi solicitado e reencaminhar o pedido pela mesma atividade. Desta forma é trabalhado com o prazo de resposta tão pequeno para no final, até o pedido ser aprovado, não ultrapassar o prazo máximo estipulado na legislação de 15 ou 30 dias.

O fluxo adotado atualmente na empresa segue os seguintes passos: o sistema envia os documentos para o setor da área comercial, que avalia uma parte dos documentos, como anexo E1, RG, CPF, entre outros. São enviados, paralelamente, os documentos para a área técnica que avalia a outra parte dos documentos, tais como ART, projeto, foto do padrão de entrada e disjuntor, entre outros. Cada área atribui um parecer no pedido de aprovado ou reprovado e o porquê da reprova e finalizam a nota assim que as duas áreas avaliam o projeto. Desta forma o técnico responsável recebe o retorno sobre a aprovação ou não, e se precisa anexar mais documentos.

Atualmente há uma ferramenta que é utilizada pela equipe para verificar o fluxo de potência na rede. É realizada uma verificação primária na rede e a partir desta é definido se é necessário fazer a análise na rede ou não. Se não é necessário e a documentação e projeto estão completos, recebe a aprovação e fica no prazo dos 15 dias a análise do projeto. Mas caso seja necessário é feito um estudo na rede: se não for necessário obra o prazo de aprovação do projeto fica nos 15 dias, mas se for necessário o prazo é de até 30 dias, então é analisado a rede, realizado orçamento para as melhorias e analisado se é necessário coparticipação do cliente interessado. Caso necessite de obra é mandado o orçamento junto com a aprovação para o cliente, assim que aprovado por parte dos documentos e projetos das áreas técnicas e comercial. A equipe tenta manter os projetos que não necessitam de orçamento dentro do prazo dia mais um e com orçamento de até 15 dias, pois se é necessário obra o projeto é repassado para outros setores para análise e montagem do orçamento e volta para o setor de microgeração para ser finalizada a solicitação e enviada para o cliente. E caso o projeto seja recusado por algum motivo, o prazo para obtenção de resposta tem contagem interrompida. Assim que o técnico realiza as modificações solicitadas e reencaminha o pedido, o prazo retoma a sua contagem. Desta forma pedidos recusados tendem a ter um prazo maior de resposta. Os prazos de resposta não podem passar o que está estipulado na legislação, que seriam: 15 dias para projetos sem obras e 30 dias para projetos com obras na rede. Porém conforme o

Bruno Melos, a concessionária em análise trabalha com um prazo menor no setor, de 5 dias úteis, para não correr o risco de não cumprir a determinação da legislação, isso contando com as solicitações que possuem reprovas, para assim ficar dentro do prazo determinado no GED 15303 (CPFL ENERGIA, 2020).

Foi verificado pelo histórico de recusas que uma das maiores causas das recusas era a falta de documento, e a ideia inicial seria de ter espaços próprios para anexar cada documento solicitado no site. Esta proposta já está implementada no site, com um espaço específico para anexar cada documento em PDF com o respectivo nome. No mesmo ambiente virtual; e fornecida uma explicação sobre os documentos solicitados, conforme a indicação do GED 15303 (CPFL ENERGIA, 2020).

Verificou-se a necessidade de preenchimento dos anexos E1, F e G, para as situações que é solicitado no próprio site. Desta forma torna-se mais fácil de controlar o que está sendo preenchido, pois é possível restringir espaços de letras e números, bem como quantidades de números como por exemplo o CPF, para evitar erros. Assim pode-se criar um documento padrão para armazenamento dos dados colhidos diretamente do site, como apresentado na Figura 10. Como foi informado por Bruno é importante automatizar a análise dos processos mais simples e primários das solicitações dos projetos, assim podendo-se garantir os prazos de resposta, tendo em vista um aumento significativo no setor por conta da adesão da energia limpa por parte das pessoas. E com esse preenchimento diretamente pelo site, os dados são mais fáceis de serem armazenados e utilizados para essa automatização, além de diminuir o preenchimento errado dos campos, pois se faltar algum campo que é considerado obrigatório o pedido não pode ser finalizado para enviar para o setor que o vai analisar, diminui-se, assim, os projetos com recusa por falta de documentos e dados.

Figura 10 - Apresentação de dados do cliente

DADOS DO CLIENTE

Titular:
Código da UC:
CPF:
RG:
Data de nascimento:
Telefone:
Celular:
E-mail:
Endereço:

DADOS TÉCNICOS DA UNIDADE CONSUMIDORA

Carga instalada (kW):
Tensão de atendimento:
Potência instalada da geração:
Tipo da fonte de geração:
Categoria do padrão de entrada:
Tipo de atendimento (Aéreo/ subterrâneo):
Número de fases (Monofásico/ bifásico; trifásico):
Cabo:
Caixa de medição:
Demanda disponibilizada ou carga instalada:
Disjuntor:

Fonte: Elaborada pela autora.

Os dados não estão preenchidos, pois trata-se de um exemplo de como as informações serão apresentadas para o técnico na solicitação, sempre na mesma ordem. Além do mais, esta é apenas uma demonstração, e por isso não estão todos os dados que são solicitados. O fluxo se dá na listagem, sempre na mesma ordem, das informações do cliente e essas informações serão armazenadas pela concessionária, no cadastro do cliente, para consultas futuras da rede. Dependendo da modalidade são adicionados mais dados ou retirados alguns, um exemplo é o anexo G, que para a modalidade geração local não é necessário, logo não tem necessidade de constar na lista, pois não será preenchido pelo solicitante.

Nesta proposta, todos os dados são armazenados no sistema da concessionária em um padrão e facilitaria as buscas, pois os dados são armazenados todos do mesmo tipo, seja em uma planilha ou um arquivo txt. Também não se permite de alguma informação importante ser esquecida de preencher, para poder ser finalizada a solicitação. Com isso os setores que avaliam esses dados terão mais facilidade de verificar os dados, pois segue um padrão na sequência de informações, sempre sendo apresentadas da mesma forma, o que otimiza a avaliação. Acaba por ser uma rotina na análise das informações, na mesma sequência.

O sistema de digitação das informações no site não vai zerar as recusas de pedido com preenchimento errado, como informar números errados, porém diminuirá

os erros e quando chegar nos analistas será visto que não está de acordo com os documentos anexados.

Toda essa análise foi realizada com base no setor que controla os projetos FV de microgeração, abaixo de 10 kW de potência instalada. Porém essa modificação do site, pode se estender aos outros projetos FV de microgeração de potência maior que 10 kW e projetos de minigeração. No próprio site deve poder ter escolha da opção de valor da potência, para o pedido ser encaminhado para o setor correto e apresentar os campos de preenchimento conforme o tipo de projeto. Então pode-se já pensar em englobar todos os tipos de projetos com a modificação do site melhorando, assim, o fluxo também de outros setores. Mesmo não havendo dados das recusas dos projetos dos outros setores é uma melhoria para a automatização também a ser aplicada.

No preenchimento dos dados, primeiro é encaixado o projeto em uma modalidade, o cliente seleciona qual é a modalidade dentro das opções: geração local, autoconsumo remoto, geração compartilhada e empreendimentos de múltiplas UCs. Após ser escolhida a modalidade os dados necessários são listados na tela para preenchimento diretamente no site, como o anexo E1, F e dependendo da modalidade o anexo G do GED 15303 (CPFL ENERGIA, 2020), como apresentado na Figura 11.

Figura 11 - Sequência para preenchimento de dados no site

SOLICITAÇÃO DE CONEXÃO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA
 Selecione a modalidade e o tipo de pessoa que esta solicitando o pedido, para poder prosseguir.

MODALIDADE

- Geração Local
- Autoconsumo Remoto
- Geração Compartilhada
- Empreendimentos de Múltiplas UCs

Pessoa

- Física
- Jurídica

Continuar

IDENTIFICAÇÃO DA UNIDADE CONSUMIDORA

Código da UC

Buscar

IDENTIFICAÇÃO DA UNIDADE CONSUMIDORA

Rua	Número	CEP	Cidade
Av Unisinos	950	93022-750	São Leopoldo

E-mail

Telefone

Celular

Continuar

DADOS DA GERAÇÃO E DADOS TÉCNICOS DA UNIDADE CONSUMIDORA

Potência Instalada de geração (kW)

Tipo da Fonte de geração

- Hidráulica
- Solar
- Eólica
- Biomassa
- Cogeração Qualificada
- Outro (especificar)

Continuar

DADOS DO SOLICITANTE

Nome/ Procurador legal

Telefone

E-mail

Ao clicar no botão de prosseguir é responsabilidade do solicitante assinar todos os documentos e o projeto para envio.

Continuar

Fonte: Elaborada pela autora.

Essa figura apresenta a sequência que o pedido seguirá para o preenchimento dos dados, um exemplo que poderia ser aprimorado e implementado no site da concessionária para os pedidos de GD. Os três pontos em algumas partes se referem a continuação do site, descendo a página, contendo mais informações a serem preenchidas nos campos.

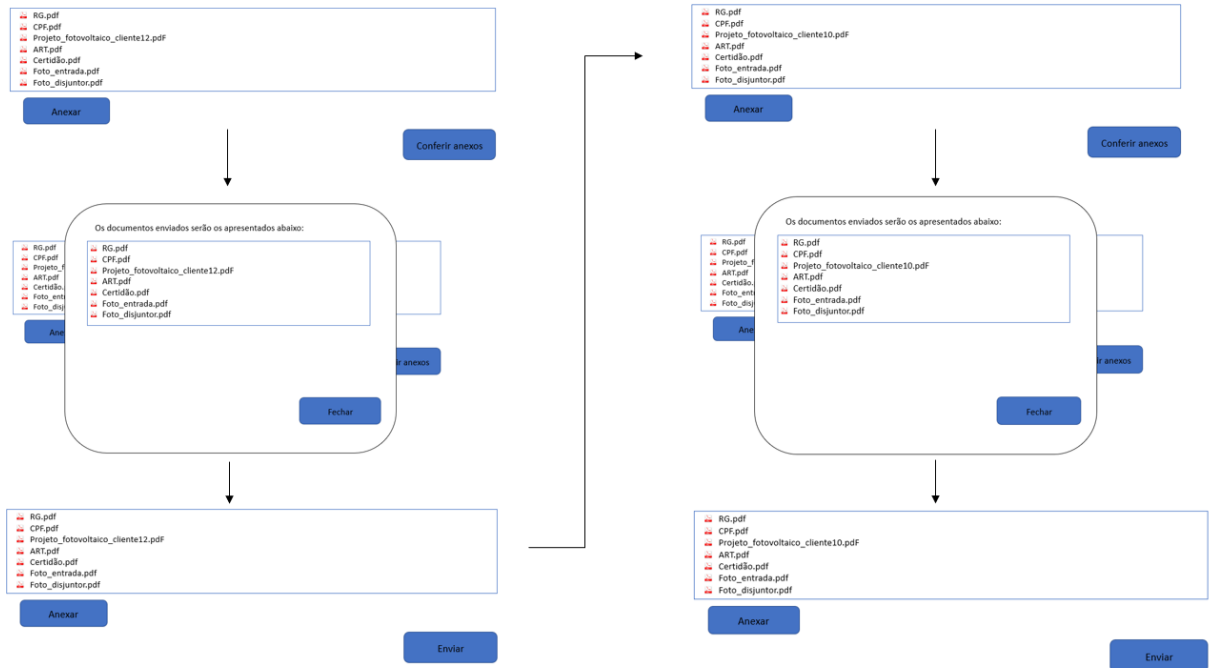
Dando-se prosseguimento ao pedido encontra-se a seção para anexar os arquivos em PDF no pedido, já aparecendo os campos conforme o que foi escolhido anteriormente na modalidade e se trata-se de pessoa física ou jurídica na parte de preenchimento dos dados. Após anexar os documentos o pedido é finalizado e encaminhado aos setores responsáveis. Os arquivos em PDF também são apresentados sempre na mesma ordem, pois eles têm os campos específicos para serem anexados, contudo, não é garantido que os técnicos irão adicionar os documentos em seus campos específicos. Mas gerando uma rotina e sempre serem enviados para os técnicos do setor na mesma ordem, a maioria dos projetos provavelmente será anexado no local certo dos documentos e assim pode ajudar os analistas dos projetos na hora da verificação.

Na solução do motivo por falta de documento, que é a segunda maior causa de recusas, que são esquecer de postar algum documento ou postar algum documento faltando assinatura, quando obrigatório ou até mesmo postar outro documento no lugar do que é pedido. Pode ser adicionado um lembrete no site, assim que postar o documento e seguir o pedido, como por exemplo: após adicionado os documentos necessários nos campos e preenchidos conforme é solicitado no site, quando for clicado no botão para enviar a solicitação de análise, apareceria um aviso na tela para avisar para a pessoa que está fazendo a solicitação de que todos os documentos devem estar assinados devidamente e entregues em seus campos certos. Caso algum documento não tenha sido adicionado em seu campo obrigatório é dado um alerta de erro no site e não permite prosseguir com o pedido.

Assim será uma forma de lembrar a pessoa de preencher todos os campos e verificar que encaminhou os documentos corretos. Aparecerá os nomes dos documentos adicionados ao site e o responsável técnico poderia conferir em seu computador se os documentos com os nomes apresentados estão de fato todos em ordem conforme necessitam. Pois muitas vezes se tem o nome do documento sem assinar igual ao nome do documento assinado, apenas com algum complemento no nome do arquivo no final. E assim é adicionado o documento errado por não ler todo o seu nome ou até mesmo não conseguir ler todo o nome na hora de adicionar e acaba enviando o errado.

Esse lembrete aparecerá assim que adicionar todos os documentos e clicar em um botão de confirmação, para poder prosseguir no pedido. Mas essa confirmação poderá ser fechada após a sua conferência e assim que fechada pode-se excluir e anexar novamente documentos. Porém se for mexido em algum arquivo é necessário clicar na conferência novamente, caso contrário o pedido não permite ser finalizado. Então assim que o aviso é dado e os documentos não são mais alterados o botão de finalizar solicitação e enviar para análise é liberado e o cliente recebe o protocolo do seu pedido e aguarda a resposta de aprovação ou recusa, com o que é necessário corrigir para reencaminhar novamente o pedido. Caso o pedido seja recusado, qualquer alteração de documentação no site, terá o mesmo processo de anexar os documentos e confirmar eles antes de reenviar a solicitação. Na Figura 12 está exemplificado como seria a apresentação deste lembrete.

Figura 12 - Aviso de anexo



Fonte: Elaborada pela autora.

O lembrete será um aviso que terá só um botão de fechar no canto inferior direito, e assim que fechado e sem alterar nenhuma documentação é liberado o botão de envio, mas caso haja uma alteração nos documentos para envio, ele automaticamente tranca o botão de envio e aparece novamente após clicar no botão de confirmação e assim que cumpre o seu papel de avisar libera o botão de envio. Ele ficará neste *loop* até não haver mais nenhuma alteração e encerrar o pedido. Na figura 12 é visto esse processo e verificado quando há uma alteração no documento do projeto, que muda de 12 para 10 e após não haver mais alguma modificação pode-se seguir com o pedido adiante.

Uma nova proposta de melhoria é a vinculação do site de solicitação com o banco de dados da empresa. Assim que os campos que solicitam os dados de endereço são preenchidos, é confirmado o endereço pelo técnico e o próprio sistema busca na base de dados o endereço e roda o fluxo de potência do local, verificando se é necessário obras na rede ou não. Desta forma o técnico já saberia se demoraria mais o prazo de resposta da análise do projeto ou não e também poderia comunicar ao seu cliente se pode ter coparticipação das obras ou não.

Para isso é necessário que se tenha no banco de dados as redes sempre atualizadas e com todas as informações necessárias para poder fazer essa análise

automática e conseguir dar a resposta na hora da solicitação. O canal onde se faz a solicitação deve ter um acesso internamente com o banco de dados da concessionária, não mostrando algum dado ou informação ao técnico, apenas retornando se é necessário obras na rede ou não. Desta forma será despendido um tempo mais curto para a verificação dos projetos, pois os técnicos da concessionária necessitam conferir as informações com o que está sendo solicitado e verificar se o projeto FV está apto para sua conexão na rede e caso necessitasse de obras na rede já seria diretamente encaminhado a solicitação de análise e orçamento para o setor responsável por essa parte. Assim que estivesse tudo pronto já seria anexado ao pedido o orçamento e respondido ao cliente.

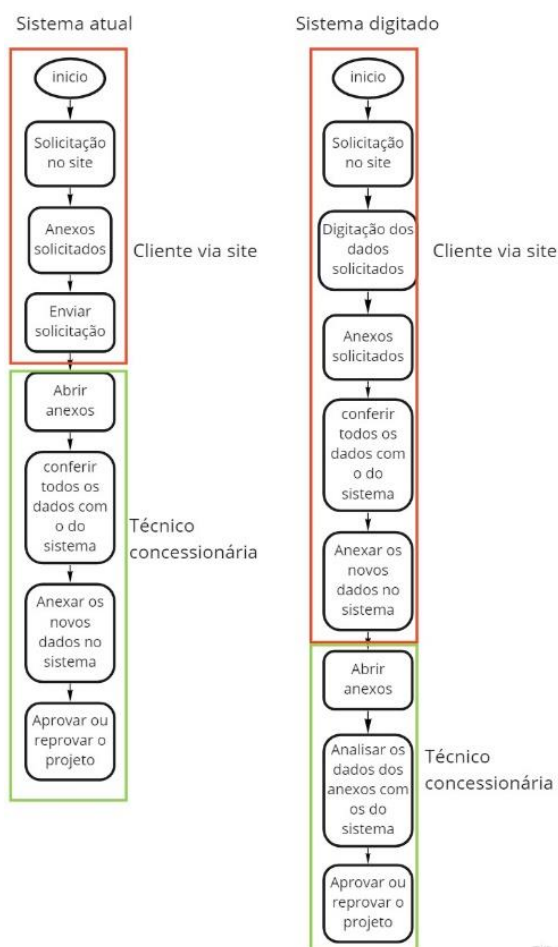
Com essa dinâmica otimiza-se a avaliação dos projetos, os técnicos responsáveis por elaborar os projetos FV terão mais informações e serão mais precisos na hora de enviar o projeto. O cliente terá mais tempo para decidir se é interessante prosseguir com a solicitação, pois se precisar de obras na rede, pode se organizar melhor quanto ao tempo de espera, que será maior e se vai ter coparticipação nos custos. E para a concessionária será mais rápida a análise, já chegando aos setores comercial e técnico com a informação do prazo de resposta. A nota será encerrada apenas quando o setor que cuida das obras na rede finalizar a sua parte. Mas o setor de obras fará o seu orçamento apenas quando os dois setores comercial e técnico sinalizarem na nota que o projeto está aprovado, caso contrário o setor deve esperar todo o processo de recusa, inclusão de documentação por parte do técnico responsável pelo projeto e aprovação após análise dos setores comercial e técnico, para quando for sinalizado como aprovado, prosseguir com a sua meta e disponibilizar o orçamento e custos caso tiver, prazos para finalização das obras e demais informações pertinentes.

Com essa análise foi possível apresentar formas de melhorar o sistema, como da digitação dos documentos no site e da automatização da análise de rede no site. Desta forma é agilizada a análise dos técnicos do setor, pois apenas conferem as informações colocadas no site e sinalizam na nota se está de acordo e, caso não estando, apresentar o que é necessário corrigir. Assim otimiza o sistema do setor, pois diminui o tempo de espera e daria mais informações preliminares ao técnico que está frente a frente com o cliente que é o interessado final da solicitação.

4 ANÁLISE DO MÉTODO PROPOSTO

Analisando todas as propostas é visto que com a digitação dos anexos no site, na hora de fazer o pedido, diminuirá a chance de erros dos dados e deverá ser preenchido todos os dados para conseguir encaminhar o pedido para análise. Com essa digitação não será necessário encaminhar os anexos preenchidos para o setor e assim os técnicos que recebem o documento não precisam procurar as informações nos documentos anexados, isso diminuirá o tempo de procura, pois menos arquivos seriam anexados ao pedido. Com menos arquivos adicionados menos arquivos serão abertos ao mesmo tempo para conferência e isso diminui o tempo em busca de informações. As informações aparecerão em uma sequência e divididas em dados dos clientes e dados técnicos, facilitando também para o setor a informação que está sendo procurada. Além de criar sempre uma rotina de procura de dados, pois sempre serão apresentados na mesma ordem, assim o técnico acha mais facilmente o dado desejado. E com a rotina de procura de dados, menos documentos anexados para abrir e todos os dados necessários preenchidos, por conta dos campos classificados como obrigatórios não preenchidos, o pedido não é gerado, isso diminui o tempo de avaliação do técnico. E como os dados são apresentados no site, e não em um arquivo PDF, todas as informações podem ser copiadas facilmente para serem preenchidas no aplicativo de análise de rede. Desta forma diminui o tempo de digitação dos dados no aplicativo para rodar o fluxo de potência da rede e diminui a chance de erro de rodar o aplicativo para o local errado por digitar algo errado. Seria um copia e cola dos dados, copia da lista de dados do site e cola diretamente nos campos de informações necessárias do aplicativo. Na Figura 13 é apresentado um fluxograma de como seria a otimização nesta parte do sistema.

Figura 13 – Fluxograma da análise do setor



Fonte: Elaborada pela autora.

Nesta Figura 13 é possível de verificar que diminui-se o número de itens do projeto a serem analisados pelo técnico. Também automatiza-se a entrada dos dados no sistema, não sendo necessário o técnico adicionar os dados manualmente. Isso reduz o tempo de análise do projeto, pois além dessa automatização é diminuída a quantidade de arquivos anexados para conferência.

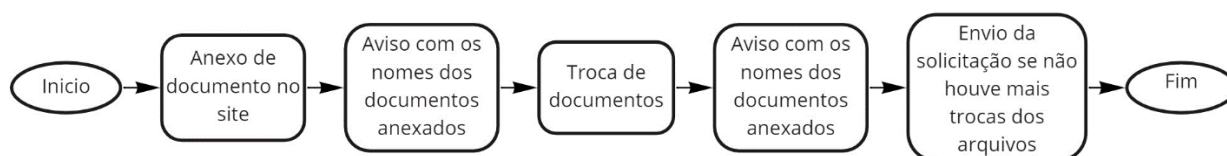
Já a tabela gerada no Excel é rodada com os projetos que forem disponibilizados e assim que foram analisados cada um dos dados, é marcado na lista se foi entregue ou não, sem necessidade de conferência das informações, pois já havia o registro que o documento ou informação foi verificado. Ao final do *checklist*, é informado a aprovação ou reprovação do projeto.

Na organização do setor em sequência haverá uma diminuição de tempo na consulta de documentos comerciais na parte dos setores técnicos, pois já se tem um parecer do setor comercial se está tudo certo com os documentos comerciais. Desta

forma não será necessário reavaliar informações. E com o projeto começando o prazo novamente, caso tenha sido recusado anteriormente, o risco de ultrapassar o tempo definido na legislação será baixo. Com o projeto passando para o final da fila, deixando os projetos que já foram aprovados na análise comercial serem analisados primeiro, diminuir-se-á o tempo de espera do cliente que tem maior possibilidade de aprovação. Todo esse processo de ser colocado para o final da fila tem suas regras específicas, mas somado com a recusa que recomeça o prazo não ultrapassará o tempo da legislação de resposta ao cliente. A sequência no setor, também diminuirá o prazo de análise do setor técnico na parte de reavaliar documentos que estão errados, pois o relatório do setor comercial já terá mencionado os documentos e dados que estão errados, logo não será necessário o técnico abrir os anexos para rever o documento.

O aviso dos anexos será um auxílio ao técnico responsável por encaminhar a solicitação do projeto FV para análise da concessionária, obrigando-o a olhar os documentos que está sendo anexado ao pedido. Muitas vezes os nomes são iguais com apenas pouca diferença, como número do cliente em seu método de organização e por consequência manda errado, por não conseguir ver todo o nome do arquivo na hora da escolha. Não há como ter certeza de que os técnicos irão sempre conferir os documentos, mas é um auxílio para eles não precisarem encaminhar novamente o pedido, por conta de encaminhar o arquivo errado. Isso ajudará a diminuir os pedidos que se encaixam nas causas de documentos errados e, logo, diminuirá o número de pedidos errados dessa natureza. Na Figura 14 é apresentado o fluxo do aviso e conferência de anexos.

Figura - 14 Fluxo do aviso e conferência de anexos



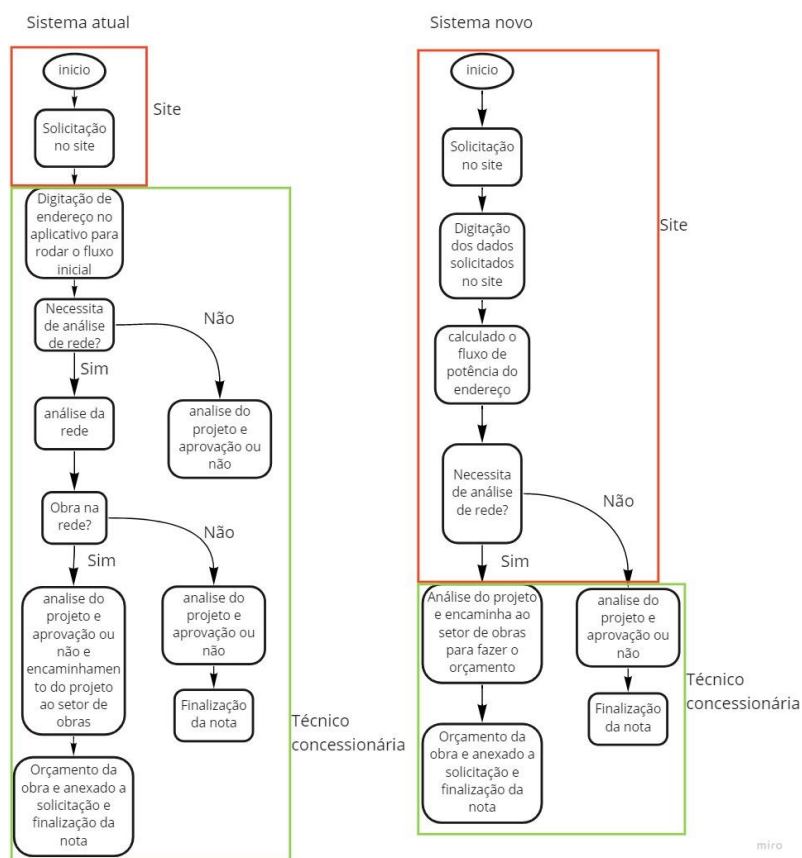
Fonte: Elaborada pela autora.

O aviso aparece toda vez que algum arquivo é anexado ou substituído no site e, desta forma, o solicitante pode conferir o nome do arquivo antes de enviar. Essa alteração nos anexos diminuirá o número de documentos enviados errados, podendo

dar a chance do técnico fazer uma conferência de todos os arquivos anexados na nota, em uma lista de documentos.

Outra otimização que ajudará o sistema de análise de projetos FV será a própria análise do fluxo de potência na hora de fazer o pedido do projeto. Pois assim o técnico já terá uma ideia do tempo que pode demorar o seu pedido e terá mais informações para passar ao seu cliente, como: se é possível de ter coparticipação nas despesas para as obras que são necessárias por já saber que haverá obras. Com essa informação já realizada, o trabalho dos técnicos é apenas de analisar se todas as informações estão corretas e aprovar o projeto, sem a necessidade de verificar essa parte. Caso necessite de obras, assim que finalizado o pedido e assinalado pelos dois setores que estão corretos os dados e documentos, o setor de obras poderá fazer o orçamento e finalizar a nota e o cliente terá a resposta de forma mais ágil. Com esse método da análise ser feita automaticamente na hora do pedido, será diminuída a quantidade de análises pelo setor técnico, assim acelerando a análise e tendo mais tempo para conferir outros projetos. Também diminuirá os pedidos de consulta de conexão de GD, pois a consulta é justamente saber se pode ser conectado a GD no local do pedido. Essa consulta será realizada na hora do pedido, já informando ao cliente como irá funcionar o sistema de conexão e quais os prazos dependendo se há ou não necessidade de obras na rede. Na Figura 15 é visto o fluxo do sistema com a implantação do cálculo de fluxo no site.

Figura 15 - Fluxo de potência



Com o auxílio do fluxograma da Figura 15 é possível notar que diminuí-se as tarefas para o técnico da concessionária na hora de analisar os projetos FV. Isto porque muitas tarefas são realizadas automaticamente na solicitação, o que reduz o tempo de análise do técnico e acelera a resposta ao cliente.

Se mais de uma proposta for colocada em prática a otimização é maior do setor, pois automatizando a análise da rede diretamente no site e aplicando a proposta de digitação dos dados, o tempo de análise será menor que o atual, pois será apenas para conferência dos dados encaminhados, não havendo necessidade do técnico do setor rodar o fluxo de potência manualmente e terá menos documentos para abrir e conferir, por conta de não ter os documentos dos anexos que foram digitados no site na hora da solicitação de análise. Assim diminuirá as recusas de falta de documentos e diminuirá consideravelmente o tempo de análise do projeto.

Ao anexar também as propostas de análise de rede e digitação dos anexos, o setor funcionará em sequência e, assim, alguns documentos não necessitarão ser revisados pela parte técnica, pois já estarão sinalizados como corretos. Assim haverão

documentos que não seriam necessários ser abertos pelo setor técnico novamente e mais tempo será economizado para aplicar em outro projeto.

Adicionando-se a proposta de aviso dos documentos anexados ao pedido, diminuir-se-á mais a recusa por documentos errados, e isso diminuirá o retrabalho, pois cada vez que um projeto é recusado ele deve ser analisado novamente para poder ser aprovado. Então, diminuindo a reprova por documentos errados e por falta de documento, será evitado o retrabalho, ou seja, a quantidade de projetos que devem ser reavaliados após a mudança do que foi solicitado e encaminhado novamente.

Em suma, quanto mais propostas sugeridas puderem ser aplicadas, mais tempo será economizado por análise de projeto, podendo ser aplicado esse tempo a outro projeto e menor será o retrabalho, diminuindo a quantidade de reprovos do setor. Com a sugestão de digitação no site, a quantidade de reprovos pode chegar a um percentual de 69,24% das reprovos, contabilizando apenas os motivos de falta de documentos e preenchimento errado. Já a sugestão de aviso de documentos anexados ao pedido, pode chegar a uma diminuição de reprovos de projetos de 30,63%. E com a sugestão de alterar o fluxo que o projeto percorre no setor de aprovação, teria uma diminuição de projetos errados na área de avaliação dos documentos técnicos de 2,24%, diminuindo assim a quantidade de projetos pelos motivos de pedido errado no setor técnico. Mas a sugestão de calcular o fluxo de potência na hora de solicitar a análise do projeto, alterar o modo de fluxo do projeto dentro do setor e o *checklist* otimizarão as tarefas dos técnicos, auxiliando no fluxo do setor e no tempo de análise de cada projeto. Então aplicando as sugestões é possível de se ter uma redução de até 71,48% de recusas, além dos ganhos de tempo e redução de tarefas no setor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise do fluxo de aprovação de projetos FV, foi possível apresentar algumas sugestões de melhorias. Primeiramente foi questionado a organização do setor, para maior entendimento da sua dinâmica e como era possível ajustar a rotina de trabalho. Posteriormente foi estudado os motivos de recusa dos projetos, sendo eles divididos em cinco tipos de recusas. Com base nas maiores causas de recusa, foi apresentada a sugestão de digitação dos anexos no site da concessionária. No momento da solicitação, estes anexos estão apresentados na norma da concessionária e devem ser entregues junto com os documentos solicitados. Essa sugestão ajudará a reduzir o número de projetos recusados no maior motivo de recusa, que é de preenchimento errado de documentos, pois assim o próprio site apontará que algo está errado, caso seja digitado algo que não é esperado para um dado campo que recebe informações, como por exemplo em lugar que se espera uma informação com número, se digitar letra é apontado pelo site. Além disso, será escolhido primeiramente a modalidade do projeto e se é pessoa física ou jurídica e, desta maneira, apresenta-se somente os campos que são necessários preencher para a modalidade informada. Como por exemplo a modalidade de geração local não precisa das informações do anexo G, logo essas informações não são necessárias pedir e assim também não corre o risco de ser utilizados anexos que não são para a modalidade do cliente.

Já a outra sugestão citada para o modelo é implementada no site na hora do pedido: a inclusão de um aviso para conferência dos documentos anexados na solicitação, pois a falta de documentos é a segunda maior causa de pedidos recusados. Muitas vezes o documento até é anexado ao pedido, mas não está assinado ou como é solicitado, logo está faltando o documento correto. Mas muitas vezes o cliente tem os documentos corretos, porém adicionam o errado. Para melhorar este processo, um aviso os obriga a conferir os documentos antes de enviar, tornando-se um alerta maior para a conferência do envio de documentos corretos.

E a última sugestão que não fará uma mudança no formato de trabalho do setor atualmente, é a de analisar a rede na hora da solicitação. O responsável técnico do projeto FV coloca o endereço no site e ele mesmo já roda o fluxo de potência para verificar se é necessário obras na rede elétrica do local que será conectada a GD ou não. O site busca nos dados da concessionária as informações da rede do endereço

e responde ao solicitante se haverá obras ou não na rede. Desta forma os clientes já ficam cientes do tempo que terão que aguardar e se podem ter a possibilidade de coparticipação nos custos.

A tabela criada para conferência dos documentos, conforme o que está sendo solicitado na norma da concessionária, pode ser dividida em duas partes, uma para o setor de verificação de documentos comerciais e outro para o setor de verificação de documentos técnicos. Essa tabela criada foi utilizada para verificação dos projetos aprovados e se mostrou bem eficiente, pois estava dividida por modalidade e por setor de verificação de documentos. Os documentos foram sendo marcados como apresentados e não era necessário ficar reavaliando-os, pois já estava marcado que os dados foram analisados e se estavam de acordo ou não. Assim se algum documento estivesse faltando era só pegar na lista após a verificação de todos os enviados e informado no protocolo do pedido qual não estava de acordo e o que faltou, não precisando abrir os documentos em uma ordem (pode ser aberto em ordem aleatória), pois assim que conferido cada dado é registrado no *checklist*. Foi sugerido também que essa lista pudesse ser disponibilizada no site da concessionária, para os responsáveis técnicos poderem fazer as suas conferências de documentação antes de enviar os documentos. Como seria um *checklist* que a própria concessionária utiliza, seria mais fácil para os responsáveis técnicos utilizar o mesmo documento.

Essas modificações ajudam a reduzir o tempo de verificação de documentos, pois reduzirá o número de anexos a mais para serem abertos para conferência e todos os dados sempre serão apresentados na mesma ordem, o que ajuda a criar uma rotina de verificação e ajudará a achar cada um dos dados mais rapidamente.

Todas as outras propostas podem ser incluídas no setor, talvez com algumas modificações nas sugestões para uma maior adaptação da equipe; tudo depende do quanto a concessionária está disposta a mudar na rotina do setor. São todas proposta que irão auxiliar nos resultados do setor de aumentar o número de aprovação, principalmente combinadas com as sugestões já citadas acima. Cita-se como resultados esperados: ajustar o prazo dos pedidos recusados, não trancando o tempo e assim que reencaminhado o pedido o prazo contar a partir de onde parou, mas sim contar o tempo do começo; fazer a conferência dos documentos em sequência, assim não sendo necessário a área técnica que tem uma demora maior na conferência dos documentos, ter que conferir alguns dados da área comercial, pois se algo estivesse errado nos documentos estaria notificado na solicitação e o técnico da área dos

documentos técnicos saberia o que precisaria conferir para a sua análise e notificar se necessário o técnico responsável do projeto.

Infelizmente não se teve tempo para testes nas sugestões apontadas para verificar a sua eficácia, pois as modificações no site teriam que ser primeiramente aprovadas pela concessionária e após algum tempo verificar os números de reprovas, de acordo com o tempo que já se tem de dados de 1 ano e 5 meses. Poderia ser um tempo menor e fazer alguma estimativa, mesmo assim só a modificação do site demandaria de um tempo longo e um investimento grande da concessionária; desta maneira só seria aprovado essas modificações através de um estudo aprofundado por parte dos funcionários da RGE. Até para anexar o *checklist* no site para disponibilidade dos responsáveis técnicos seria um grande investimento.

Desta forma, pode-se verificar que, por meio da análise na área do setor em questão, terá uma otimização de tempo e tarefa, diminuindo os projetos que são recusados. Também através da mudança da configuração do setor, é possível diminuir a quantidade de projetos recusados na área de documentos técnicos. Por fim, é possível de concluir que as sugestões têm potencial para melhorias no setor estudado, pois todas as propostas foram analisadas de acordo com as necessidades do setor, funcionamento e o que poderia ser alterado dentro do setor. Portanto cada uma das ideias otimiza um pouco o funcionamento do setor, melhorando alguma parte para que possa reduzir o número de solicitações que são recusadas e diminuir tempo na hora da análise dos documentos.

5.1 Sugestões de trabalhos futuros

Como sugestões de trabalhos destaca-se:

- a) caso a concessionária aplique alguma sugestão dada neste trabalho, verificar o impacto da mudança no setor de GD, analisando os resultados;
- b) implementar a conexão do site da concessionária com os dados das redes;
- c) implementar de um método de atualização constante dos dados das redes da concessionária para poder fazer a análise no ato da solicitação de conexão de GD na rede;

- d) implementar um método de calcular o fluxo de potência das redes do local da conexão da GD, para retornar à informação de sem obras ou com obras, na solicitação;
- e) implementar um sistema para salvar os dados digitados no site, gerar um documento automático anexado na solicitação ou apenas apresentar os dados no pedido, sempre em uma mesma ordem e um método de apresentação dos dados ao técnico que está analisando a solicitação.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Geração Distribuída**. Brasília: ANEEL, 2018. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>. Acesso em: 23 abril 2021.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução normativa nº 482, de 17 de abril de 2012**. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Brasília, DF: ANEEL, 2012. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em: 12 maio 2021.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015**. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. Brasília, DF: ANEEL, 2015. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>. Acesso em: 12 maio 2021.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010**. Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada. Brasília, DF: ANEEL, 2010. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf>. Acesso em: 12 maio 2021.
- ANAYA, Karim L.; POLLITT, Michael G. Integrating distributed generation: Regulation and trends in three leading countries. *In: Fire Safety Journal*, [s. l.], v. 85, p. 475-486, Out. 2015. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez101.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0301421515001597?via=ihub>. Acesso em: 29 mar. 2021.
- ASSAD, Vinicius Cypriano Doelinger; BATISTA, Oureste Elias. Scenario and perspective of distributed generation in Brazil. *In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS ELETRICOS (SBSE)*, 2018, Niterói. **Electronic proceedings** [...]. Nova Jersey: IEEE, 2018. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8395706>. Acesso em: 25. mar. 2021.
- BALFOUR, John. **Introdução ao projeto de sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro LTC 2016 1 recurso online ISBN 9788521635314. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521635314/cfi/6/10!/4/2@0:0>. Acesso em: 13 abr. 2021.
- BENALCÁZAR, P.; LARA, J.; SAMPER, M. Distributed photovoltaic generation in ecuador: economic analysis and incentives mechanisms. *In: IEEE Latin America Transactions*, [s. l.], v. 18, n. 3, p. 564-572, Mar. 2020. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9082728>. Acesso em: 31 mar. 2021.
- CADAVID, L.; JIMENEZ, M.; FRANCO, C. J. Financial analysis of photovoltaic configurations for Colombian households. *In: IEEE Latin America Transactions*, [s.

l.], v. 13, n. 12, p. 3832-3837, Dez. 2015. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7404916>. Acesso em: 1 abr. 2021.

CARVALHO JUNIOR, Welton De Assis *et al.* Emprego de geração distribuída fotovoltaica para melhoramento das tensões de um sistema de distribuição. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR (CBENS), VIII., 2020, Fortaleza. **Electronic proceedings** [...]. Fortaleza: CBENS, 2020. Disponível em: <https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/853>. Acesso em: 7 abr. 2021.

COMPANHIA ESTADUAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (CEEE-D). **Instrução Técnica IT-11.01.081**: acesso de microgeração e minigeração ao sistema de distribuição da CEEE-D. Macroprocesso: expansão. Processo: planejamento. Versão: 05. Porto Alegre: CEEE-D, 2021. Disponível em: <https://www.ceee.com.br/normas-tecnicas/procedimentos/it-11-01-081-acesso-de-microgeracao-e-minigeracao-ao-sistema-de-distribuicao-da-ceee-d>. Acesso em: 24 maio 2021.

CPFL ENERGIA. **GED 15303**: conexão de micro e minigeração distribuída sob sistema de compensação de energia elétrica. Versão 1.7. São Paulo: CPFL Energia, 2020. Disponível em: <http://sites.cpf.com.br/documentos-tecnicos/GED-15303.pdf>. Acesso em: 19 maio 2021.

FECOERGS. **Orientação Técnica OTD 035.01.08**: Requisitos técnicos para conexão de micro e minigeração ao sistema de distribuição. Porto Alegre: FECOERGS, 2019. Disponível em: https://www.fecoergs.com.br/anexos/035-01-08_Requisitos_Tecnicos_para_conexao_da_micro_e_minigeracao.pdf?v=5. Acesso em: 26 maio 2021.

HERNANDEZ, J. A.; ARREDONDO, C. A.; RODRIGUEZ, D. J. Procedures to make projects about renewable energy generation connected to the grid in Colombia. *In*: IEEE PHOTOVOLTAIC SPECIALIST CONFERENCE (PVSC), 44., 2017, Washington. **Electronic proceedings** [...]. Nova Jersey: IEEE, 2017. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8366670>. Acesso em: 23 mar. 2021.

KEMMERICH, Pedro Camargo; FIGUEIRA, Henrique Horst; MICHELS, Leandro. Evolução da normatização para a conexão à rede elétrica de sistemas fotovoltaicos no mundo: uma revisão. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR (CBENS), VIII., 2020, Fortaleza. **Electronic proceedings** [...]. Fortaleza: CBENS, 2020. Disponível em: <https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/1035>. Acesso em: 7 abr. 2021.

KHARRAZI, Ali; SREERAM, Victor; MISHRA, Yateendra. Assessment of voltage unbalance due to single phase rooftop photovoltaic panels in residential low voltage distribution network: A study on a real LV network in Western Australia. *In*: AUSTRALASIAN UNIVERSITIES POWER ENGINEERING CONFERENCE (AUPEC), 2017, Melbourne. **Electronic proceedings** [...]. Nova Jersey: IEEE, 2017. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8282506>. Acesso em: 31 mar. 2021.

KRAATZ, Kelly *et al.* Distribution network configurations for demand matching with photovoltaic systems. *In: AUSTRALASIAN UNIVERSITIES POWER ENGINEERING CONFERENCE (AUPEC)*, 2015, Wollongong. **Electronic proceedings** [...]. Nova Jersey: IEEE, 2015. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7324793>. Acesso em: 31 mar. 2021.

MONCADA, Maria Virginia; UTURBEY, Wadaed. Expanding energy access through the improvement of the regulatory framework for renewable distributed generation in Nicaragua. *In: IEEE GLOBAL HUMANITARIAN TECHNOLOGY CONFERENCE (GHTC)*, 2016, Seattle. **Electronic proceedings** [...]. Nova Jersey: IEEE, 2016. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7857331>. Acesso em: 25 mar. 2021.

NISA, Ika Khoirun; GARNIWA, Iwa. Integrated Energy and Economic Model for Rooftop Photovoltaics on Distribution System. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON HIGH VOLTAGE ENGINEERING AND POWER SYSTEMS (ICHVEPS)*, 2., 2019, Denpasar. **Electronic proceedings** [...]. Nova Jersey: IEEE, 2019. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9011074>. Acesso em: 25 mar. 2021.

VIAN, Ângelo *et al.* **Armazenamento de energia fundamentos, tecnologia e aplicações**. São Paulo Blucher 2021 1 recurso online ISBN 9786555500578.

Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786555500578/pageid/60>.

Acesso em: 24 set. 2021.

VIEIRA, D.; SHAYANI, R. A.; DE OLIVEIRA, M. A. G. Net metering in Brazil: Regulation, opportunities and challenges. *In: IEEE Latin America Transactions*, [s. l.], v. 14, n. 8, p. 3687-3694, Ago. 2016. Disponível em:

<https://ieeexplore.ieee.org/document/7786351>. Acesso em: 1 abr. 2021.

ZILLES, Roberto *et al.* **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 1 recurso online (Coleção Aplicações de Energia Solar Fotovoltaicas; 1). ISBN 9788579750526. Disponível em:

<https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/170585/epub/0?code=u1rSEazjH29Jzsp6UiwJzVb5DzWzs0+aQNDe8m5eD1fvjHFOXNFVIIQaz4PUXdRAOMQfkpoPkCD1fIXRtDcngA==>. Acesso em: 9 abr. 2021.