



MODELOS DE NEGÓCIO INCLUSIVOS PARA OS RECURSOS ENERGÉTICOS DISTRIBUÍDOS

Paulo Mauricio de Albuquerque Senra

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Planejamento Energético.

Orientador: Luiz Pinguelli Rosa

Rio de Janeiro
Janeiro de 2022

MODELOS DE NEGÓCIO INCLUSIVOS PARA OS RECURSOS ENERGÉTICOS
DISTRIBUÍDOS

Paulo Mauricio de Albuquerque Senra

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ
COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM
CIÊNCIAS EM PLANEJAMENTO ENERGÉTICO.

Orientador: Luiz Pinguelli Rosa

Aprovada por: Prof. Luiz Pinguelli Rosa
Prof. Mauricio Tiomno Tolmasquim
Prof. Amaro Olimpio Pereira Junior
Prof. Neilton Fidelis da Silva
Prof. Luiz Eduardo Brandão

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL
JANEIRO DE 2022

Senra, Paulo Mauricio de Albuquerque

Modelos de negócio inclusivos para recursos energéticos distribuídos / Paulo Mauricio de Albuquerque Senra – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2022

XIII, 177p.: il.; 29,7 cm

Orientador: Luiz Pinguelli Rosa

Tese (doutorado) – UFRJ/COPPE/Programa de Planejamento Energético, 2022

Referências Bibliográficas: p. 136-142

1. Recursos Energéticos Distribuídos. 2. Modelos de Negócio. 3. Análise SWOT. 4. Análise Multicritério. I. Rosa, Luiz Pinguelli. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Planejamento Energético. III. Título

A meu pai,

Apesar de idoso, foi embora antes do tempo,
levado pela Covid-19.

E, sem querer ser piegas, a todas as
outras milhares de vítimas da pandemia
e da maldade.

Ele gostaria de ter vivido comigo este momento.

Eu também.

AGRADECIMENTOS

Agradeço por estar vivo e ter tido tempo para escrever este trabalho.

Agradeço aos muitos livros, e seus autores, que li e que tornaram possível escrever um texto com começo, meio e fim.

Agradeço as experiências de vida que me ajudaram a ter algo para contar.

Agradeço aos bons exemplos nos quais pude me inspirar e também aos maus que me fizeram escolher o caminho certo.

Agradeço aos amigos e aos familiares que são importantes para que a vida tenha sentido.

Agradeço ao dr. José Francisco por ser previdente e cuidadoso e ao dr. José Milfont e equipe pelo profissionalismo e dedicação.

Agradeço ao meu orientador, prof. Pinguelli, que desde o Mestrado, lá no século passado, e apesar dos diferentes caminhos por nós trilhados, sempre me acolheu e me ajudou a entender o mundo em que vivemos.

Agradeço aos profs. Amaro e Tolmasquim pelo interesse em ajudar e ao prof. Amaro pela paciência.

Agradeço o apoio do Programa de P&D da ANEEL por intermédio do Projeto P&D “Desenvolvimento de soluções para mobilidade elétrica compartilhada: infraestruturas e sistemas de abastecimento para *e-carsharing* e micromobilidade” e do Projeto P&D “Desafios de estabelecer incentivos regulatórios corretos na era das tecnologias exponenciais”.

Agradeço à minha esposa, Ana Alice, companheira de vida pelo amor e compreensão em me permitir dividir o tempo entre ela e a tese.

Agradeço aos meus pais por me fazerem, e também ao meu irmão, sermos as pessoas que somos. E agora que um já se foi, percebo a importância de dizer isso.

O melhor talvez seja a oportunidade de recomeço que todas as grandes rupturas trazem. Sabemos onde falhamos e por que falhamos. Precisamos reunir toda essa energia bruta e caótica. Toda essa inquietação primordial, e transformá-la em ideias, em ideais, em alternativas práticas aos atuais modelos de exploração de recursos.

José Eduardo Agualusa

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

MODELOS DE NEGÓCIO INCLUSIVOS PARA OS RECURSOS ENERGÉTICOS DISTRIBUÍDOS

Paulo Mauricio de Albuquerque Senra

Janeiro/2022

Orientador: Luiz Pinguelli Rosa

Programa: Planejamento Energético

Esta tese avalia a pertinência e os requisitos para a adoção de um modelo de negócio que possa ser considerado inclusivo e assim permitir que os benefícios das novas tecnologias, em especial os recursos energéticos distribuídos, cheguem a todas as classes sociais. O objetivo é identificar a melhor opção para os consumidores de baixa renda, propor um novo arranjo institucional envolvendo diferentes *stakeholders* e analisar o modelo de negócio mais adequado. Para a análise da melhor alternativa de modelo de negócio são avaliadas três alternativas: (i) consumidor tradicional; (ii) prosumidor “individual”; e (iii) prosumidor “coletivo”. Para a análise foram utilizadas diferentes ferramentas tradicionais para a tomada de decisão. Na comparação das alternativas foi usada a Matriz SWOT. Para a escolha da melhor alternativa foi usada uma abordagem inovadora que combina uma análise multicritério com uma análise de risco. Após a escolha da melhor alternativa e para estudar o modelo de negócio foi utilizado método Canvas que permite identificar os blocos, e seus componentes, que compõem um modelo de negócio.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

INCLUSIVE BUSINESS MODELS FOR DISTRIBUTED ENERGY RESOURCES

Paulo Mauricio de Albuquerque Senra

January/2022

Advisor: Luiz Pinguelli Rosa

Department: Energy Planning

This thesis analyzes the relevance and requirements for adopting a business model that can be considered inclusive and thus allow the benefits of new technologies, especially distributed energy resources, to reach all social classes. The objective is to identify the best option for low-income consumers, to propose a new institutional arrangement involving different stakeholders and to analyze the most appropriate business model. The study evaluated three alternatives to choose the best business model alternative: (i) traditional consumer; (ii) “individual” prosumer; and (iii) “collective” prosumer. The study used different traditional tools for decision making. SWOT Matrix to compare the alternatives and an innovative approach that combines a multi-criteria analysis with a risk analysis to choose the best alternative. After choosing the best alternative and to detail the business model, the study used the Canvas method to identify the blocks and their components that make up a business model.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 MOTIVAÇÃO E OBJETIVO DA TESE	3
1.2 METODOLOGIA	5
1.3 ESTRUTURA DA TESE	6
2 NOVO MUNDO, VELHOS PROBLEMAS E UM COMEÇO DE MUDANÇA...	7
2.1 AS MUDANÇAS TECNOLÓGICAS, OS NOVOS MODELOS DE NEGÓCIO E AS NOVAS DEMANDAS DA SOCIEDADE	10
<i>2.1.1 As mudanças tecnológicas e as empresas de energia</i>	<i>11</i>
<i>2.1.2 As mudanças tecnológicas, os consumidores e o regulador</i>	<i>18</i>
2.2 “A DISTÂNCIA QUE NOS UNE – UM RETRATO DAS DESIGUALDADES BRASILEIRAS”	22
<i>2.2.1 Um país desigual</i>	<i>23</i>
<i>2.2.2 Um exemplo que representa o país: o Rio de Janeiro</i>	<i>32</i>
<i>2.2.3 Áreas de Perda Zero (APZs) – Um início de solução</i>	<i>38</i>
2.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
3 A REVOLUÇÃO DOS RED - RECURSOS ENERGÉTICOS DISTRIBUÍDOS	45
3.1 OS ATORES DA MUDANÇA – QUEM SÃO OS REDS?	47
<i>3.1.1 Redes Inteligentes</i>	<i>47</i>
<i>3.1.2 Recursos Energéticos Distribuídos - RED</i>	<i>51</i>
3.2 NOVOS MODELOS DE NEGÓCIO COM A DIFUSÃO DE RED	66
3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
4 QUAL O MELHOR MODELO PARA QUE OS BENEFÍCIOS DAS NOVAS TECNOLOGIAS CHEGEM A TODAS AS CLASSES SOCIAIS?	73
4.1 O QUE É UM MODELO DE NEGÓCIO?	73
4.2 OS TRÊS MODELOS	78
4.3 AS VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS TRÊS MODELOS	80
4.4 A ESCOLHA DO MELHOR MODELO DE NEGÓCIO	88
4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	111
5 A PROPOSTA DE UM MODELO INCLUSIVO	113
5.1 UMA PARCERIA ENTRE O PÚBLICO E OS PRIVADOS	114
5.2 MODELO “ON CANVAS”	122
5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	128
6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS...	131
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	136
ANEXO	143

Lista de tabelas

Tabela 1 Matriz Passado x Futuro.....	7
Tabela 2 Matriz Passado x Futuro (continuação).....	8
Tabela 3 Matriz Passado x Futuro (continuação).....	9
Tabela 4 Objetivos do estudo “Utility of the future”	12
Tabela 5 “Utility of the future” – o que é necessário	13
Tabela 6 “Utility of the future” – principais questões (MIT, 2016).....	17
Tabela 7 Resumo “Future Insights”	18
Tabela 8 Garantias da regulamentação.....	21
Tabela 9 Características da rede tradicional x rede inteligente.....	49
Tabela 10 Iniciativas P2P.....	70
Tabela 11 Descontos na conta de energia	82
Tabela 12 Escala de valores	93
Tabela 13 Matriz dos critérios de 1º nível.....	93
Tabela 14 Hierarquia dos critérios de 1º nível	93
Tabela 15 Escala de valores	94
Tabela 16 Hierarquia dos critérios de 2º nível	96
Tabela 17 Comparação dos três modelos.....	96
Tabela 18 Hierarquia dos modelos de negócio	96
Tabela 19 Comparação dos três modelos.....	97
Tabela 20 Hierarquia dos modelos de negócio	97
Tabela 21 Comparação dos três modelos.....	97
Tabela 22 Hierarquia dos modelos de negócio	97
Tabela 23 Hierarquia dos modelos de negócio para o critério “Regulatório”	98
Tabela 24 Hierarquia dos critérios de 2º nível	99
Tabela 25 Comparação dos três modelos.....	100
Tabela 26 Hierarquia dos modelos de negócio	100
Tabela 27 Comparação dos três modelos.....	100
Tabela 28 Hierarquia dos modelos de negócio	101
Tabela 29 Hierarquia dos modelos de negócio para o critério “Socioambiental”	101
Tabela 30 Hierarquia dos critérios de 2º nível	102
Tabela 31 Comparação dos três modelos.....	103
Tabela 32 Hierarquia dos modelos de negócio	103
Tabela 33 Comparação dos três modelos.....	103
Tabela 34 Hierarquia dos modelos de negócio	103
Tabela 35 Hierarquia dos modelos de negócio para o critério “Operacional”.....	104
Tabela 36 Hierarquia dos critérios de 2º nível	106
Tabela 37 Comparação dos três modelos.....	106
Tabela 38 Hierarquia dos modelos de negócio	107
Tabela 39 Comparação dos três modelos.....	107
Tabela 40 Hierarquia dos modelos de negócio	107
Tabela 41 Comparação dos três modelos.....	108
Tabela 42 Hierarquia dos modelos de negócio	108
Tabela 43 Hierarquia dos modelos de negócio para o critério “Empresarial”	108
Tabela 44 Hierarquia dos critérios de 2º nível	109
Tabela 45 Comparação dos três modelos.....	110
Tabela 46 Hierarquia dos modelos de negócio	110
Tabela 47 Comparação dos três modelos.....	110
Tabela 48 Hierarquia dos modelos de negócio	111
Tabela 49 Hierarquia dos modelos de negócio para o critério “Investimento”	111

Tabela 50 Hierarquia final dos modelos de negócio	111
Tabela 51 Benefícios esperados	117

Lista de figuras

Figura 1 Os caminhos a seguir	10
Figura 2 Visão do OGFEN.....	19
Figura 3 Preocupação do OFGEN.....	20
Figura 4 Brasil - Cenário Geral - 2017.....	25
Figura 5 Média de renda dos 10% mais ricos e 50% mais pobres em cada UF – 2016..	25
Figura 6 A desigualdade entre os estados	26
Figura 7 Comparação do PIB per capita	27
Figura 8 Níveis de renda domiciliar per capita médios, por decil (em R\$) – 2015	28
Figura 9 Acesso a serviços essenciais pelos 5% mais ricos e pelos 5% mais pobres – 1981-2015	30
Figura 10 Diferença da idade média ao morrer – cidade de São Paulo	31
Figura 11 A sociedade (cidade) partida.....	33
Figura 12 A cidade “dominada”	34
Figura 13 Desordem urbana: lixo, esgoto e água.....	34
Figura 14 Desordem urbana: eletricidade, telefone, tv a cabo	35
Figura 15 Calor e desperdício de energia.....	36
Figura 16 Tecnologia nova.....	36
Figura 17 ... novas soluções	37
Figura 18 As perdas no Brasil.....	38
Figura 19 Esquema de atuação da APZs.....	40
Figura 20 Gráfico com a evolução das perdas após a implantação das APZs	42
Figura 21 Gráfico com a evolução da adimplência após a implantação das APZs.....	42
Figura 22 Sofisticação tarifária x Complexidade da experiência do consumidor.....	62
Figura 23 Visão geral do Quadro (Canvas).....	78
Figura 24 Os três modelos.....	79
Figura 25 Matriz SWOT para a alternativa “Consumidor Tradicional”	81
Figura 26 Matriz SWOT para a alternativa “Prosumidor ‘Individual’”	84
Figura 27 Matriz SWOT para a alternativa “Prosumidor ‘Coletivo’”	86
Figura 28 Mapa de decisão	90
Figura 29 Critério Regulatório e seus subcritérios.....	94
Figura 30 Peso dos critérios de 2º nível para o critério “Regulatório”	95
Figura 31 Critério Socioambiental e seus subcritérios.....	98
Figura 32 Peso dos critérios de 2º nível para o critério “Socioambiental”	99
Figura 33 Critério Operacional e seus subcritérios	101
Figura 34 Peso dos critérios de 2º nível para o critério “Operacional”.....	102
Figura 35 Critério Empresarial e seus subcritérios	104
Figura 36 Peso dos critérios de 2º nível para o critério “Empresarial”	106
Figura 37 Critério Investimento e seus subcritérios.....	108
Figura 38 Peso dos critérios de 2º nível para o critério “Investimento”	109
Figura 39 Diagrama esquemático da SPC.....	118
Figura 40 Modelo de Negócio Prosumidor “Coletivo” - Canvas.....	127

Lista de abreviaturas

ABRADEE - Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica
 ACL – Mercado Livre
 ACR – Mercado Regulado

AEMC - *Australian Energy Market Commission*
AHP – *Analytic Hierarchical Process*
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
APZ - Áreas de Perda Zero
ARENA - *Australian Renewable Energy Agency*
BGE - *Baltimore Gas and Electric*
BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAISO – *California Independent System Operator*
CAPEX – *capital expenditure*
CEBDS – Conselho empresarial para o Desenvolvimento Sustentável
CPP - *Critical Peak Pricing*
DF - Distrito Federal
ENA - *Energy Networks Association*
EPE – Empresa de Pesquisa Energética
ESG – *Environment, Social, Governance*
FEBRABAN – Federação Brasileira de Bancos
FERC - *Federal Energy Regulatory Commission*
FSP – Folha de São Paulo
GD - geração distribuída
IDH - Índice de Desenvolvimento Humano
IESO – *Independent System Electric Operator*
IRENA – *International Renewable Energy Agency*
ME – mobilidade elétrica
MIT - *Massachusetts Institute of Technology*
MITEI – *MIT Energy Initiative*
MME – Ministério de Minas e Energia
O&M – operação e manutenção
OFGEM - *Office of Gas and Electricity Markets*
OPEX – *operational expenditure*
P2P - *peer to peer*
PEE – Programa de Eficiência Energética da ANEEL
PF – pessoa física
PJ – pessoa jurídica
PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PROEIS - Programa Estadual de Integração na Segurança
PTR - *Peak Time Rebate*
RED – Recursos Energéticos Distribuídos
RMI – *Rock Mountain Institute*
RTP - *Real Time Pricing*
SCE - *Southern California Edison*
SDG&E - *San Diego Gas and Electric*
SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SPC – *special purpose company*
SWOT – *Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*
TIR – taxa interna de retorno
TOU – *Time of use*
UF – unidade federativa
UPP – Unidade de Polícia Pacificadora

USDOE - *US Department of Energy*

USP – Universidade de São Paulo

VE – veículo elétrico

VEB - veículos elétricos a bateria

VEHP - veículos híbridos *plug-in*

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica é um bem essencial. Segundo MACHADO (1998), a eletricidade é uma forma de energia importante na sociedade por várias razões: (i) em primeiro lugar, ela é uma energia de alta qualidade, podendo ser quase totalmente transformada em trabalho físico; (ii) em segundo lugar, seu consumo vem crescendo quase continuamente na maior parte dos países; e (iii) em terceiro lugar, ela é o *insumo energético básico da automação, da revolução informacional e das comunicações*, processos liderados pelos países desenvolvidos, com consequências importantes para a ciência e a tecnologia em geral, e para a *toda vida econômica e social* (grifos meus).

No mundo, incluindo o Brasil, a partir de década de 90, a questão ambiental ganhou centralidade motivada pelo debate sobre a sustentabilidade dos processos de desenvolvimento. A discussão sobre os impactos das atividades humanas no meio ambiente e o possível comprometimento da vida no Planeta ganhou importância global. Desde, então, temas como as mudanças climáticas e a proteção à biodiversidade, bem como a perspectiva de sustentabilidade do desenvolvimento, compõem solidamente a agenda global de meio ambiente (TEIXEIRA, 2008).

No mundo corporativo, conforme atestam ZYLBERSZTAJN *et al.* (2010), o conceito de sustentabilidade corporativa induz a um novo modelo de gestão de negócios que leva em conta, no processo de tomada de decisão, além da dimensão econômico-financeira, as dimensões ambiental e social. Nos últimos anos, a dimensão governança também passou a ser considerada, ampliando o conceito que passou a ser denominado pela sigla em inglês ESG – *Environment, Social and Governance*.

Porém, como alerta LAVILLE (2009) as leis e as normas evoluíram nos últimos anos para precisamente forçar as empresas a integrar a responsabilidade socioambiental em suas práticas. Por outro lado, se a lei é inegavelmente eficaz para prevenir os desvios, não é suficiente para promover a mudança radical dos sistemas de produção e das maneiras de pensar que deveria, hoje, ser colocada em prática.

As pessoas e as empresas são um reflexo da sociedade e, por isso mesmo, o Brasil é um dos países mais desiguais do mundo. Em 2017, o IDHM¹ do Brasil era 0,778. Porém, entre as unidades da federação o índice variava de 0,850 no Distrito Federal até 0,683 em Alagoas (PNUD, 2021). Para comparação, em 2010, o IDH Global do Brasil era 0,755 e colocava o país na 75ª posição no ranking mundial, muito atrás do primeiro colocado, Noruega (0,944) e superado por países vizinhos, tais como, Argentina (0,836), Chile (0,832) e Uruguai (0,793) (PNUD, 2021). Esta opção, feita pela sociedade brasileira, leva a um círculo vicioso em diferentes níveis. No caso do mundo corporativo, profissionais com boa e excelente formação privilegiam soluções técnicas e que levem a bons resultados para a empresa e, conseqüentemente, também para eles e que por este motivo são estimulados a buscarem novas soluções técnicas.

Entretanto, há esperança. Começam a surgir experiências que buscam conciliar a solução técnica com a responsabilidade socioambiental. Um exemplo são as APZs – Áreas de Perda Zero, solução desenvolvida pela Light Serviços de Eletricidade SA, e que será apresentada no capítulo 2, que tenta combater um dos grandes problemas das empresas distribuidoras, em algumas regiões do país, que é o roubo de energia. Ações como essa indicam que só as soluções técnicas não resolverão um problema que tem suas raízes na desigualdade social.

Segundo LEMME (2010), no campo social, a intensificação dos conflitos étnicos e a violência urbana chamam a atenção para a necessidade de refletir sobre o impacto recíproco de longo prazo entre desenvolvimento econômico e social. Em contrapartida, a incorporação ao mercado formal de grandes grupos humanos, anteriormente excluídos, cria oportunidades de negócios com a chamada “base da pirâmide”, termo utilizado nos últimos anos para designar um grande contingente populacional de baixa renda, principalmente em países do terceiro mundo, ansioso por obter acesso a produtos e serviços.

O desafio no Brasil e em outros países em desenvolvimento é que toda essa revolução alcance também as classes menos favorecidas. Afinal, energia, maquinário, terra, recursos

¹ O IDHM brasileiro segue as mesmas três dimensões do IDH Global - longevidade, educação e renda, mas ajusta o IDH Global para a realidade dos municípios e reflete as especificidades e desafios regionais no alcance do desenvolvimento humano no Brasil (PNUD, 2021).

naturais e capital humano são insumos necessários na cadeia produtiva da economia (WINKLER *et al.*, 2011). Para esses mesmos autores, o acesso a energia limpa e confiável é fundamental para o bem-estar humano e as possibilidades de geração de renda vistas a partir de uma perspectiva familiar.

Para TOMEI *et al.* (2015) os esforços para promover o acesso à energia devem ser mais ambiciosos na qualidade e quantidade de energia fornecida para prover soluções que atendam às necessidades, expectativas e aspirações das classes menos favorecidas. Isso exigirá uma mudança na forma como o acesso é concebido, bem como o reconhecimento da tensão entre a escala do desafio (tecnologias, fluxos financeiros e ambições de atores-chave) e as necessidades específicas dos consumidores de baixo poder aquisitivo, seja para uso doméstico, produtivo ou comunitário.

Esta pesquisa é a busca por um novo modelo de negócio que esteja alinhado ao conceito de sustentabilidade corporativa e é motivada pela esperança de que soluções inovadoras, que reúnam tecnologia e preocupação socioambiental, podem mudar o mundo para melhor.

1.1 Motivação e Objetivo da Tese

O setor de distribuição de energia elétrica que tradicionalmente vivia em um ambiente estável, com o advento das redes inteligentes e dos recursos energéticos distribuídos², passa por grandes e profundas mudanças, quer seja na operação do sistema com o fluxo bidirecional da energia com a geração distribuída quer seja na relação com o consumidor que busca diminuir a dependência das distribuidoras e ter um papel mais ativo na relação essas empresas. Um dos pontos de atenção é se os benefícios advindos dessas novas tecnologias chegarão a todos os consumidores, especialmente, aos mais pobres. Se essa é uma preocupação do OFGEN (2016)³, regulador inglês, pode-se imaginar o problema que será para quem vive em um país imensamente mais desigual do que o Reino Unido.

² Esses termos estão definidos e descritos nos capítulos seguintes

³ *Office of Gas and Electricity Markets*

Mas não é só o segmento da distribuição que está mudando, o mundo está em transformação, na verdade sempre esteve, talvez agora em um ritmo mais rápido, e surgem novos modelos de negócios que se utilizam das novas tecnologias e das novas relações sociais.

O objetivo da tese é avaliar a pertinência e os requisitos para a adoção de um modelo de negócio que possa ser considerado inclusivo e assim permitir que os benefícios das novas tecnologias, em especial os recursos energéticos distribuídos, cheguem a todas as classes sociais. O propósito é avaliar se seria uma contribuição efetiva para aperfeiçoar o processo de tomada de decisão de governos e empresas ao formularem estratégias para atendimento da população/consumidores que sejam abrangentes e rentáveis.

Para a verificação da pertinência do modelo de negócio, dois processos de análise são adotados:

- A combinação da matriz SWOT e as análises multicritério e de risco para escolher a melhor opção do consumidor;
- A montagem do modelo Canvas que permite uma abordagem mais prática para se determinar os processos necessários para que a empresa entregue o que se propõe a fazer.

A pesquisa da tese fundamenta-se na percepção de uma situação-problema determinada pela ausência de modelos de negócio que considerem os consumidores de baixa renda como parte da solução do problema e tendo um papel ativo no desenho do modelo. Normalmente, são vistos com desconfiança e como a parte ofensora.

A relevância do tema da pesquisa tem como referência o ambiente institucional das empresas de energia, a desigualdade social do país e a situação-problema identificada. As transformações por que passam as empresas de energia, com destaque para as distribuidoras, e também a sociedade com a busca por maior autonomia, associadas a mudanças tecnológicas que permitem um maior protagonismo, é uma oportunidade para o desenvolvimento de novos modelos de negócio que façam frente a esses desafios.

A pesquisa busca: (i) identificar as transformações por que passa o setor elétrico, os diferentes exemplos de recursos energéticos distribuídos e os novos tipos de

consumidores; (ii) apresentar um retrato do problema da desigualdade social no país; (iii) explorar o conceito de modelo de negócio e mapear a aplicação das análises SWOT, multicritério e de risco no setor elétrico, a pesquisa de tese avalia a melhor opção para o consumidor frente à difusão dos recursos energéticos distribuídos e apresenta um modelo de negócio que seja inclusivo, permitindo que os benefícios das novas tecnologias e arranjos comerciais cheguem a todas as classes sociais.

1.2 Metodologia

A pesquisa de tese foi orientada para a partir do mapeamento da situação-problema – a ausência de modelos de negócio inclusivos – identificar a melhor opção para os consumidores de baixa renda, propor um novo arranjo institucional envolvendo diferentes *stakeholders* e analisar o modelo de negócio mais adequado.

Para a análise da melhor alternativa de modelo de negócio são avaliadas três alternativas: (i) consumidor tradicional: o consumidor mantém a posição tradicional de apenas consumir a energia – *tudo fica como está*; (ii) prosumidor “individual”: o consumidor se torna um prosumidor, mas atua de forma individual - *cada um por si*; e (iii) prosumidor “coletivo”: o consumidor se torna um prosumidor, mas busca uma solução coletiva - *a união faz a força*. O termo prosumidor é uma junção de produtor e consumidor⁴. Com o advento das redes inteligentes e a difusão dos recursos energéticos distribuídos o consumidor passou a ter um papel mais proativo na relação com a distribuidora de energia. É neste contexto que o termo prosumidor passou a ser utilizado no setor elétrico para indicar que o consumidor também pode ser um produtor de energia.

Diversos arranjos começaram a surgir, especialmente com a proliferação de painéis fotovoltaicos. Para os objetivos desta tese, optou-se por analisar três possíveis alternativas para os consumidores com baixo poder aquisitivo. Manter a posição tradicional de ser apenas consumidor de energia; se tornar um prosumidor, mas atuar de forma individual; ou também se tornar um prosumidor, mas buscar uma solução coletiva.

⁴ Segundo KOTLER (1986), o termo foi usado pela primeira vez por Alvin Tofler no livro “A Terceira Onda”. Para Tofler o termo consumidor estaria associado à era industrial e o termo prosumidor seria mais adequado à era pós-industrial. KOTLER expandiu o uso do termo e este ganhou popularidade com o advento e disseminação da internet.

Para a análise foram utilizadas diferentes ferramentas tradicionais para a tomada de decisão. Na comparação das alternativas foi usada a Matriz SWOT que permite identificar os fatores externos (oportunidades e ameaças) e internos (forças e fraquezas) de cada uma delas. Para a escolha da melhor alternativa foi usada uma abordagem inovadora que combina uma análise multicritério, no caso a AHP – *Analytic Hierarchical Process*, com uma análise de risco. Um exemplo desta abordagem é o trabalho de (TOLMASQUIM *et al.*, 2020). Após a escolha da melhor alternativa e para estudar o modelo de negócio foi utilizado método Canvas que permite identificar os blocos, e seus componentes, que compõem o modelo de negócio: proposta de valor; atividades chave; parcerias; recursos principais; parcerias principais; estrutura de custos; segmentos de clientes; canais; relacionamento com clientes; fontes de receita.

Considerando que o foco do estudo são modelos de negócio inclusivos voltados para as classes menos privilegiadas, optou-se pelo método Canvas, apresentado em detalhes no capítulo 4, que tem uma abordagem mais visual e interativa na construção do modelo de negócio.

1.3 Estrutura da Tese

O trabalho é dividido em 6 (seis) capítulos, incluindo a introdução (capítulo 1) e as conclusões (capítulo 6), além das referências bibliográficas. O capítulo 2 apresenta as mudanças que estão ocorrendo no mundo, na sociedade e em especial no setor elétrico, tendo como contraponto a situação no Brasil com ênfase na desigualdade social. O capítulo 3 descreve os recursos energéticos distribuídos, sua evolução e a revolução que estão causando no setor elétrico brasileiro, entre elas, o comportamento do consumidor que passa a ter mais informação e exigir mais autonomia para gerenciar seu consumo de energia. O capítulo 4 avalia o melhor modelo de negócio, a partir de três opções de atuação do consumidor, para que os benefícios das novas tecnologias cheguem a todas as classes sociais. Na sequência, o capítulo 5 apresenta uma proposta de modelo de negócio que seja inclusivo, apresentando o arranjo institucional necessário e desenhado conforme o método Canvas. Por fim, o capítulo 6 lista as principais conclusões e as sugestões para trabalhos futuros.

2 NOVO MUNDO, VELHOS PROBLEMAS E UM COMEÇO DE MUDANÇA

Este capítulo tem por objetivo apresentar as mudanças que estão ocorrendo no mundo, na sociedade e em especial no setor elétrico, tendo como contraponto a situação no Brasil com ênfase na desigualdade social. A primeira análise, denominada neste trabalho de “Matriz Passado x Futuro”, compara duas visões de mundo, a do passado (que, no Brasil, para muitos dos seus habitantes, não vai embora) e a do futuro (que para uma parte da sociedade brasileira já chegou), desde um contexto geral, passando pelo mundo corporativo e chegando ao setor elétrico, em especial os desafios do regulador que precisa equilibrar a segurança do abastecimento e o custo da energia. E mais recentemente, lidar com os desafios da descarbonização.

A energia elétrica deixou de ser novidade e passa a ter presença constante na vida das pessoas, mas agora em um mundo que privilegia a informação. Para isso, a tecnologia mudou e continua mudando e de forma muito rápida. Diversos segmentos vivenciaram a rapidez da mudança, e o setor elétrico tem sido um deles. O setor levou dezenas de anos para experimentar algumas mudanças e nos últimos anos vivencia um ritmo de transformações sem paralelo na história. Mudaram também as relações de consumo e as necessidades do consumidor, conforme indicado na Tabela 1.

Tabela 1 Matriz Passado x Futuro

	PASSADO	FUTURO
Energia Elétrica	Novidade	Presença constante
	Inovação (espetáculos – “magia”)	Insumo (dia a dia)
	Eletricidade	Informação (com “eletricidade embutida”)
Tecnologia	Produzir, transformar, distribuir energia	Produzir, transformar, distribuir informação
	Centralizada	Distribuída
	Macro	Nano
	Eletromecânica - automação	Robótica – inteligência artificial
	Evolutiva	Disruptiva
Consumo	Eletrodomésticos - eletrônicos	Internet das coisas
	Equipamentos fixos	Equipamentos móveis
	Querida eletricidade	Quer serviços

	Ilhado - isolado	Conectado – na nuvem
	Passivo (problema: sem opção)	Ativo (problema: muitas opções)

Fonte: o autor

A Tabela 2 compara o passado e o futuro no âmbito das empresas. As mudanças da sociedade se refletiram no mundo corporativo. As empresas estão mudando, para sobreviver, e se adaptarem a uma nova geração que irá comandá-las e também demandar novos serviços e formas de relacionamento. São grandes os desafios empresariais e ainda maiores quando olhamos para os desafios de uma sociedade que precisa fazer com que grande parte dela saia do século XX.

Tabela 2 Matriz Passado x Futuro (continuação)

	PASSADO	FUTURO
Empresas	Verticalizadas	Grupos empresariais
	Estáveis – sem mudanças	Em constante transformação
	Hierarquia (eixo vertical)	Matricial (eixo horizontal)
	Engenheiros no controle	Engenheiros sob controle
	Decisões sem transparência	Transparência é uma exigência
	Pouca governança	Boa governança
	Aturam os consumidores	Atendem aos clientes
Desafios empresariais	Fornecer energia elétrica	Prestar serviços
	Atender aos acionistas	Atender às partes interessadas
	Garantir a estabilidade no emprego	Conseguir reter os novos empregados
	Gerir a energia (que passa na rede)	Gerir a energia e a informação (na rede)
	Garantir a segurança na rede	Garantir a segurança da rede
	Desenvolver projetos - renovar	Desenvolver negócios - inovar

Fonte: o autor

As novas tecnologias e as mudanças na sociedade e nas empresas, em especial no setor de distribuição de energia elétrica, trazem enormes desafios para o regulador. Conforme será abordado no capítulo 3, as redes inteligentes, necessárias para que a informação circule, e os recursos energéticos distribuídos, necessários para a existência do prosumidor, criaram novas demandas para a regulação do setor. Novamente, como já exaustivamente dito até aqui, em uma sociedade desigual como a brasileira, os desafios do regulador são ainda maiores. A Tabela 3 apresenta esses desafios.

Tabela 3 Matriz Passado x Futuro (continuação)

	PASSADO	FUTURO
Regulação	Dilema: equilibrar a segurança do abastecimento e o custo da energia	Trilema: equilibrar a segurança do abastecimento, o custo da energia e a descarbonização
	Estrutura regulatória projetada para um número limitado de recursos de geração centralizada	Estrutura regulatória considerando um número ilimitado e diversificado de recursos energéticos distribuídos
	Consumidor consome energia	Prosumidor consome e produz energia e gerencia seu consumo
	Medição unidirecional	Medição inteligente e bidirecional
	Tarifa volumétrica	Tarifa dinâmica
	Revisão Tarifária: histórico e <i>business as usual</i>	Revisão Tarifária: incerteza e inovação
	+ CAPEX e – OPEX (Distribuidoras)	- CAPEX e + OPEX (Distribuidoras)
	Mitigar a assimetria de informação	Mitigar a assimetria de informação, a espiral da morte das Ds e proteger o consumidor menos informado (baixa renda)
	Fraude e roubo de energia	Fraude e roubo de energia e informação

Fonte: o autor

Então, a tese segue por dois caminhos, conforme indicado na Figura 1, um que leva para o século XXI e suas novas tecnologias e outro que leva de volta para o século XX e seus velhos problemas. Esse é o dilema de nossa sociedade, enquanto alguns vivem no novo século, muitos ainda não conseguiram sair do passado.

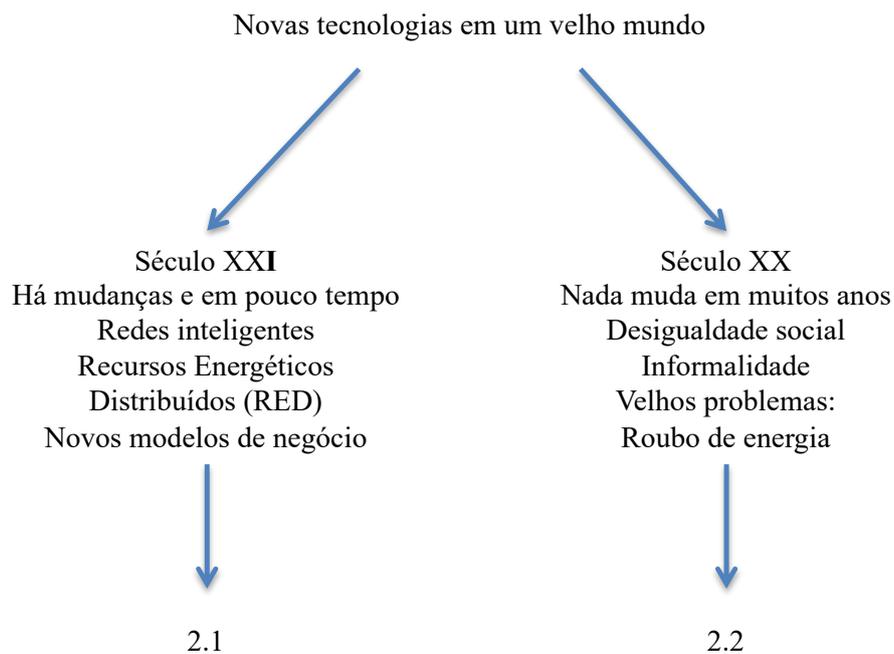


Figura 1 Os caminhos a seguir

Fonte: o autor

2.1 As mudanças tecnológicas, os novos modelos de negócio e as novas demandas da sociedade

O setor elétrico vive um processo de transformação como viveu o setor de comunicação há alguns anos. Segundo TOLMASQUIM (2018b), como no caso do setor de comunicação, o sistema elétrico também está no centro de uma transformação, em função do advento comercial de diversas tecnologias disruptivas. Como apontado pelo Fórum Econômico Mundial, existem indícios claros de que uma ampla revolução tecnológica mundial começou combinando eletrificação, recursos energéticos distribuídos e digitalização/automação.

Para CASTRO *et al.* (2017), o setor elétrico está prestes a enfrentar um processo de ruptura deste paradigma tecnológico. Um dos vetores desta ruptura é o potencial de expansão dos recursos energéticos distribuídos, impondo a tendência de descentralização e acelerada difusão de sistemas de micro e de mini geração distribuída em alguns países.

Em paralelo, observa-se que as políticas de resposta da demanda⁵ estão se tornando cada vez mais relevantes, permitindo flexibilizar a demanda por energia elétrica.

Com a difusão dos recursos energéticos distribuídos e o advento das redes inteligentes, que são necessárias para que a difusão ocorra, o setor de distribuição de energia elétrica que tradicionalmente vivia em um ambiente estável passará por grandes e profundas mudanças, que na verdade já estão ocorrendo. Em países desenvolvidos, essas mudanças já são uma realidade. Em 2016, o MIT (2016) publicou o relatório “The Utility of the Future” que foi o primeiro de uma série de relatórios produzido pelo MIT Energy Initiative (MITEI) voltados para os tomadores de decisão no governo e na indústria de energia, cujo foco era os EUA.

No Brasil, um dos pontos de atenção é se os benefícios advindos dessas novas tecnologias chegarão a todos os consumidores, especialmente, aos mais pobres. Se essa é uma preocupação do OFGEN (2016)⁶, regulador inglês, pode-se imaginar o problema que será para o Brasil, um país imensamente mais desigual do que o Reino Unido.

As duas seções seguintes apresentam um resumo das duas publicações mencionadas acima porque trazem importantes reflexões a cerca das mudanças que estão ocorrendo no setor elétrico, em âmbito mundial, e o papel central do consumidor que, em função das novas tecnologias, ganha um maior protagonismo na sua relação com os demais agentes do setor.

2.1.1 As mudanças tecnológicas e as empresas de energia

O estudo “Utility of the future” (MIT, 2016) é o primeiro de uma série de relatórios produzido pelo MIT *Energy Initiative* (MITEI) voltados para os tomadores de decisão no governo e na indústria de energia. Este estudo visa especificamente servir como um guia para os políticos, reguladores, empresas de energia e *startups*, e outras partes interessadas do setor de energia para entender melhor os fatores que estão atualmente impulsionando a mudança nos sistemas de energia em todo o mundo.

⁵ No original, *demand response*.

⁶ *Office of Gas and Electricity Markets*

Conforme ressaltado pelos autores, o estudo não tenta prever o futuro, mas identificar as principais barreiras que impedem a evolução eficiente do setor elétrico e apresentar alternativas para uma reforma regulatória e de mercado, com base em sinais econômicos eficientes, que permitirão alcançar resultados sustentáveis, independentemente de como as tecnologias ou objetivos políticos se desenvolvam no futuro.

A Tabela 4 apresenta os objetivos do referido documento (MIT, 2016).

Tabela 4 Objetivos do estudo “Utility of the future”

Mudanças	Mudanças importantes na oferta e no uso de serviços de energia (elétrica) estão ocorrendo neste momento, conduzidas por uma confluência de fatores que afetam a distribuição de energia
Tecnologias	O surgimento de diferentes tecnologias voltadas para a descentralização (demanda flexível, geração distribuída, armazenamento de energia e diversos dispositivos eletrônicos) propiciam novas opções de suprimento e consumo dos serviços de energia
Informação	Tecnologias de informação e comunicação estão cada vez mais baratas e onipresentes, permitindo o consumo de energia mais flexível e eficiente, aumentando as possibilidades de uso das redes de distribuição e aprimorando os meios de controle do sistema elétrico.

Fonte: adaptado de (MIT, 2016).

Na visão de IRENA (2018), para transformar o sistema de energia em um sistema baseado em energias renováveis, a flexibilidade deve estar presente em todas as partes do sistema. A flexibilidade do sistema de energia abrange desde uma geração mais flexível até uma transmissão e distribuição mais fortes, maior capacidade de armazenamento de energia e uma demanda também mais flexível. A produção de calor e hidrogênio a partir de eletricidade renovável também é fundamental para a descarbonização do sistema de energia a longo prazo e, uma vez implementada, pode ser significativa fonte adicional de flexibilidade para o sistema.

Para a Standard & Poor's, uma agência de classificação de risco, a transição energética se refere à mudança, no setor de energia mundial, de sistemas baseados em energias fósseis (petróleo, gás natural e carvão) para sistemas baseados em fontes de energia renováveis (eólica e solar, bem como baterias de íon-lítio). A crescente penetração da

energia renovável no *mix* de fornecimento de energia, o início da eletrificação [de veículos] e as melhorias no armazenamento de energia são todos os principais impulsionadores da transição energética..., mas a transição energética continuará a aumentar em importância à medida que os investidores priorizam fatores ambientais, sociais e de governança (ESG na sigla em inglês) (S&PGLOBAL, 2020).

A Tabela 5 resume o que é necessário existir na transformação do setor na visão de MIT (2016).

Tabela 5 “Utility of the future” – o que é necessário

Arcabouço regulatório	Arcabouço regulatório proativo e conjunto de reformas desenhados para garantir, de forma eficiente, a evolução do setor de energia nas próximas décadas.
Serviços de energia	Um abrangente e eficiente sistema de preços de mercado e de encargos regulatórios para os serviços de energia que reflitam, o mais apropriadamente possível: <ul style="list-style-type: none"> • O custo marginal da prestação do serviço; • Os incentivos corretos para recompensar a redução de custos, as melhorias de desempenho e a inovação contínua das distribuidoras; • A reestruturação do setor, reduzindo o conflito de interesses; • As recomendações para o aperfeiçoamento do mercado atacadista.

Fonte: adaptado de (MIT, 2016).

Na visão de DANTAS *et al.* (2017), as políticas públicas devem ter como objetivo a criação de condições propícias à realização de investimentos em redes inteligentes, sendo imperativa a criação de valor para os consumidores e a captura deste valor por parte dos investidores. Ou seja, devem ser adotadas medidas e diretrizes que tornem o desenvolvimento de redes inteligentes algo atrativo para todos os *stakeholders* envolvidos no processo e isso também passa pelo exame da repartição dos custos e benefícios entre os diferentes tipos de agentes.

BURGER *et al.* (2017) ao analisarem modelos de negócio para RED identificaram algumas implicações importantes para as concessionárias de energia elétrica, os reguladores e formuladores de políticas públicas: (i) o sucesso dos modelos de negócios estão fortemente vinculados às estruturas regulatórias e políticas públicas; (ii) as

estruturas dos modelos de negócios para RED parecem ser mais impulsionados por fatores regulatórios e políticos do que por fatores tecnológicos; mas ao mesmo tempo (iii) parecem ser influenciadas por fatores culturais e pela capacidade de execução e de formação de parcerias dos envolvidos com a difusão de RED; (iv) a contínua redução dos custos, a inovação tecnológica e as mudanças nas políticas públicas e nos cenários regulatórios significam que os modelos de negócios do futuro provavelmente parecerão muito diferentes dos modelos de negócios de hoje.; e (v) os modelos de negócios para RED ainda oferecem um conjunto limitado de serviços de eletricidade.

O estudo “Utility of the future” (MIT, 2016) também se propõe a ser um guia para reguladores e tomadores de decisão com os principais *trade-offs* a serem enfrentados na busca da melhoria contínua e na redução de custos.

O referido estudo aponta que, até hoje, os sistemas de energia foram projetados para suprir picos de consumo e atender às margens de segurança de engenharia estabelecidas em uma época em que o consumo era inflexível e os consumidores desconheciam os verdadeiros custos e os benefícios potenciais de seu consumo de eletricidade ou decisões de produção.

Conforme ressaltam DANTAS *et al.* (2015), os sistemas de energia elétrica foram construídos baseados em uma estrutura integrada, com geração essencialmente centralizada em grandes unidades produtoras, perfis de carga previsíveis com técnicas estocásticas bem conhecidas e fluxos de energia unidirecionais. Por conta do desenvolvimento tecnológico, uma nova realidade está configurando um processo de aumento da participação dos RED (da geração distribuída no original), sobretudo baseada em fontes renováveis de natureza intermitente (em particular, eólica e solar), sistemas dotados de tecnologias da informação e comunicação (*Information and Communication Technologies – ICT*), em que o consumidor final, que pode também ser produtor, assume um papel mais ativo. Nesse novo cenário tecnológico, deve-se considerar inclusive a possibilidade da introdução de elementos de armazenagem de energia nos sistemas de transmissão e distribuição através de usinas de bombeamento, ar comprimido em cavernas ou em baterias.

Os mesmos autores alertam que se a situação atual ainda pode ser caracterizada em larga medida como “geração segue a carga”, é patente a evolução em curso para um novo

paradigma caracterizado por “carga segue a geração”. Neste sentido, o desenvolvimento tecnológico e as melhorias na operação dos sistemas de energia elétrica são essenciais para garantir um serviço mais acessível, dinâmico, seguro e confiável a preços relativamente competitivos (DANTAS *et al.* 2015).

As mudanças no setor ocorrem em todos os segmentos, o estudo “Utility of the future” (MIT, 2016) aponta que os consumidores já podem obter informação sobre, e optar pela, fonte de energia e em como gerenciar seu consumo, independentemente de estarem conscientes dessa possibilidade. Também podem investir em geração própria (distribuída), em aparelhos e dispositivos inteligentes e na eficiência energética da sua instalação (residência, comércio, indústria etc.). Na visão dos autores do estudo há a esperança de que tanto produtores como consumidores de serviços de energia (elétrica) possam fazer boas escolhas (eficientes), baseadas em incentivos apropriados que reflitam o valor econômico desses serviços e também nas preferências individuais.

Um exemplo apresentado no referido estudo (MIT, 2016) tem paralelo com a realidade brasileira. A combinação de tarifas volumétricas simples com medição bidirecional contribuiu para a rápida adoção da geração fotovoltaica nos telhados ao mesmo tempo que indicou as falhas deste tipo de tarifação. O crescimento acelerado da opção solar demonstra a rapidez com que os consumidores reagem aos sinais econômicos (sejam eles bem ou mal indicados) e a importância de uma formulação de políticas proativas e não reativas.

O Brasil vive um crescimento expressivo da micro e mini geração distribuída GD baseada em sistemas fotovoltaicos. A capacidade instalada passou de inexpressivos 2 MW em 2013 para impressionantes 4.635 MW em 2020, a maioria residencial (39%) e comercial (38%). Porém, a quase totalidade voltada para a geração na própria unidade consumidora (80%) ou para autoconsumo remoto (19%). As soluções coletivas, geração compartilhada ou em condomínios, representam apenas 1%. Além disso, as instalações estão concentradas nas regiões com maior poder aquisitivo⁷ (EPE-EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2021).

⁷ Outros fatores, além do poder aquisitivo, influenciam a decisão para instalação do sistema fotovoltaico. Por exemplo, a radiação solar e os incentivos estaduais.

DANTAS *et al.* (2015) fazem um alerta no caso brasileiro. O surgimento de novas oportunidades de negócios, que abrem a possibilidade de entrada de novos *players*, é uma tendência que se aprofundará nos próximos anos, em função da ruptura do paradigma atual e do surgimento de um novo paradigma. No entanto, merece ser destacado – com base na teoria econômica ortodoxa e nas evidências tantas vezes retratadas e analisadas pela história econômica – que poderá ocorrer um processo de concentração de capital. Este movimento, uma das características do sistema capitalista, pode se fazer presente mais rapidamente no setor elétrico, sobretudo no Brasil, dada a complexidade legal do setor e do custo do capital.

O estudo “Utility of the future” (MIT, 2016) apresenta seis questões imprescindíveis para que consumidores e produtores de serviços de eletricidade possam fazer escolhas eficientes com base em incentivos que reflitam o valor econômico desses serviços e as preferências pessoais.

A Tabela 6 apresenta um resumo das principais questões.

Tabela 6 “Utility of the future” – principais questões (MIT, 2016)

<p>Aprimorar o sistema de preços/encargos (tarifas/taxas) para os serviços de energia</p>	<p>Preços e as tarifas devem ser simétricos e basear-se apenas no que é medido no ponto de conexão (o que é injetado ou retirado da rede). Tarifas que reflitam o perfil de consumo mais flexível e o desenvolvimento da geração distribuída. Descentralização (<i>granularity</i>) é importante. Melhorar progressivamente a valoração desses serviços pode trazer benefícios para a sociedade. Minimizar distorções: encargos destinados a cobrir as taxas e os custos de políticas públicas e dos custos da rede não cobertos pelas tarifas</p>
<p>Melhorar a regulação das empresas de distribuição para permitir novos modelos de negócios</p>	<p>Recompensar as distribuidoras por investimentos prudentes, redução dos custos operacionais e pela busca contínua por novas soluções. Incentivos financeiros para incentivar a busca da melhor combinação de investimentos tradicionais e novas despesas operacionais. Incentivos que recompensem o bom desempenho operacional e a qualidade do serviço: DEC, FEC e perdas; Incentivos para a inovação no longo prazo são importantes para aumentar os investimentos em P&D e em soluções inovadoras.</p>
<p>A estrutura do setor elétrico deve ser reavaliada para minimizar potenciais conflitos de interesse</p>	<p>Condições equitativas para a oferta competitiva de serviços de energia por geradores tradicionais, distribuidoras e provedores de RED. Separar a operação do sistema de distribuição das funções de planejamento e das atividades de comercialização. Independência financeira para evitar conflitos de interesses e abusos de poder de mercado.</p>
<p>A estrutura do mercado atacadista deve ser aprimorada para integrar melhor os RED</p>	<p>Transações devem ser mais próximas do tempo real para recompensar recursos flexíveis e melhorar previsão e controle de RED. As regras do mercado devem ser atualizadas para refletir as restrições operacionais dos novos recursos. Sistema de preços mais eficiente para a energia de reserva pode melhorar a operação do sistema.</p>
<p>Importância da segurança cibernética e da privacidade</p>	<p>Regras regulatórias robustas são necessárias para todos os componentes de uma rede elétrica interconectada (e inteligente). Agentes do mercado e instituições governamentais devem compartilhar informações sobre ameaças cibernéticas de forma rápida e eficaz.</p>
<p>As economias de escala ainda são importantes</p>	<p>Os RED podem ser instalados e operados para prestar serviços nas áreas do sistema de energia onde são mais necessários. Para RED em pequena escala os custos unitários podem ser altos e superar o valor locacional. Para RED com altos custos unitários a implantação poderá ser ineficiente em muitos locais. As exceções podem incluir áreas com redes fortemente congestionadas ou que estão experimentando um rápido crescimento na demanda de eletricidade. Inovações podem reduzir os custos unitários dessas tecnologias e significar uma implantação mais disseminada na rede.</p>

Fonte: adaptado de (MIT, 2016).

2.1.2 As mudanças tecnológicas, os consumidores e o regulador

Preocupado com as mudanças tecnológicas, o OFGEN (2016) lançou o projeto “Insights for Future Regulation” tentando capturar a visão de diferentes *stakeholders* dentro e fora do setor de energia. O objetivo foi entender quais seriam os impulsionadores da mudança no sistema de energia que teriam o maior impacto sobre os consumidores e a regulamentação. O foco no consumidor foi intencional porque o principal objetivo era proteger os interesses dos consumidores atuais e futuros, ajudando a definir as ações prioritárias.

Nesta tese, a análise está centrada no primeiro documento da série “Future Insights” (OFGEN, 2016) porque apresenta uma visão geral das possíveis implicações das mudanças no sistema de energia para os consumidores e para a regulação.

A Tabela 7 apresenta o resumo do referido documento (OGFEN, 2016).

Tabela 7 Resumo “Future Insights”

Setor de energia	Está passando por mudanças fundamentais. O consumidor passa a ter um novo papel no sistema.
Mudanças tecnológicas	Já oferecem aos consumidores um controle muito maior sobre o modo como o sistema de energia evolui para atender às suas necessidades. Mas elas também criam riscos de alguns grupos ficarem para trás e serem prejudicados [no caso do Brasil, os consumidores de baixa renda].
Grau de incerteza	Apresenta grandes desafios para o regulador. A regulação deve permanecer relevante e responder às mudanças do setor.
Futuro não é conhecido	É preciso uma estratégia baseada no aprendizado e que privilegie soluções que sejam exequíveis.
Flexibilidade	É um dos pontos fortes das soluções baseadas no mercado em comparação com outras abordagens.

Fonte: adaptado de (OFGEN, 2016).

A flexibilidade é também um ponto de atenção para (IRENA, 2018), conforme já apresentado em 2.1.1.

Para funcionar de forma eficaz, o setor precisa de um quadro regulatório e político robusto que proteja e capacite os consumidores e incentive a inovação (OFGEN, 2016).

CASTRO *et al.*, (2017) afirmam que a necessidade de ajustes e inovações regulatórias advém do descompasso entre as tradicionais diretrizes normativas frente às características e potencialidades das novas tecnologias. Nota-se que o arcabouço regulatório vigente comumente incita as empresas a optarem pela tecnologia convencional, em função da compatibilidade entre a estrutura de custos destas tecnologias e os modelos regulatórios tradicionais. Em paralelo, a modificação das relações entre os agentes, conjugada com o surgimento de novos agentes, resulta na necessidade de se examinar novas estruturas de mercado e de se regulamentar novos modelos de negócios.

Contexto (OFGEN, 2016):

O OFGEN (2016) alerta que o sistema de energia está passando por mudanças fundamentais e que essas mudanças irão desafiar a forma como o sistema é operado e também a regulamentação do setor como existe hoje. Porém, apesar da incerteza quanto ao futuro, algumas mudanças são prováveis. A Figura 2 consolida essa visão.

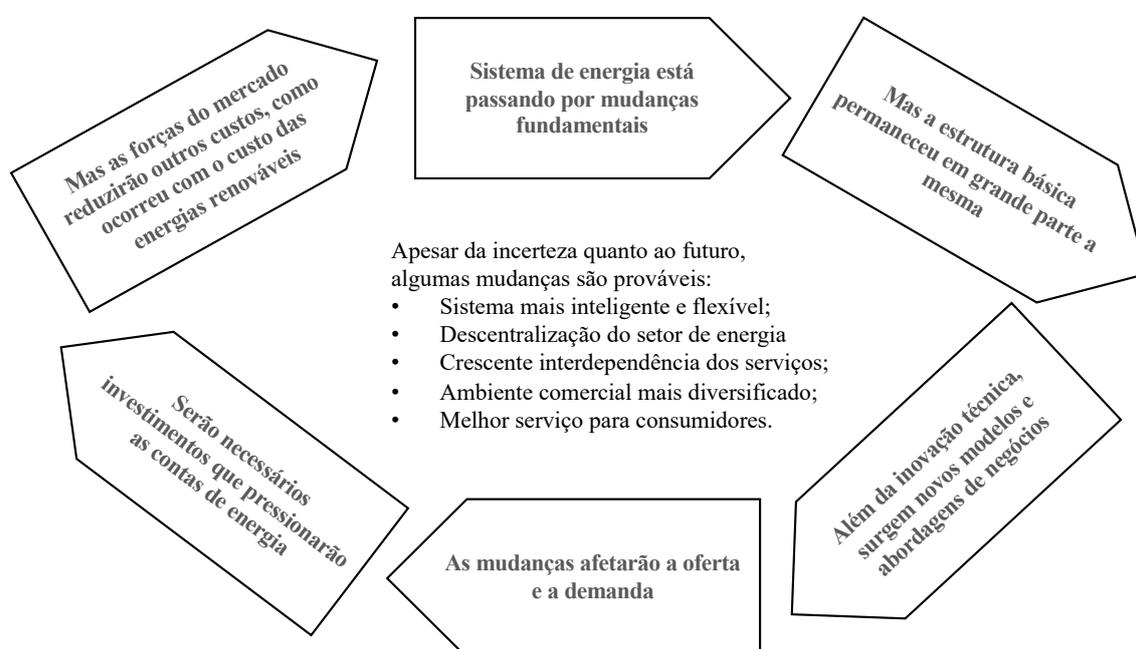


Figura 2 Visão do OFGEN

Fonte: adaptado de OFGEN (2016)

TOMEI *et al.* (2015) alertam que as decisões globais e estruturas projetadas para resolver o trilema de energia traduzem-se de forma diferente em nações, regiões e comunidades. As decisões tomadas em nível global muitas vezes estão muito distantes da realidade das vastas populações que vivem em pobreza energética, e as soluções podem nem sempre funcionar como pretendido.

Para o OGFEN (2016) o consumidor é o centro das atenções e o desafio do regulador será proteger o consumidor que tem diferentes níveis de renda e conhecimento. Afinal, o foco deve ser a proteção dos consumidores atuais e futuros, incluindo aqueles mais vulneráveis que possam ter dificuldade em se envolver com os desenvolvimentos do setor de energia. A Figura 3 retrata esta preocupação.



Figura 3 Preocupação do OGFEN

Fonte: adaptado de OGFEN (2016)

O OGFEN (2106) reconhece que é impossível prever como será o setor em 2030 ou 2050 porque decarbonização da energia poderá seguir caminhos muito diferentes e também porque o desenvolvimento do setor dependerá de fatores sociais, tecnológicos e econômicos que não apresentam tendências estáveis e nem previsíveis.

O OGFEN (2016) também considera que será improvável que os arranjos comerciais existentes hoje permaneçam inalterados e deverão surgir novos modelos de negócio. Esta observação é importante para os objetivos deste trabalho. A Tabela 8 apresenta as garantias que a regulamentação deverá propiciar.

Tabela 8 Garantias da regulamentação

Novos modelos de negócio	Aconteçam sem causar prejuízos aos consumidores finais.
Proteção ao consumidor	As empresas serão bem-sucedidas porque agregam valor e não porque se aproveitam de brechas regulatórias, em detrimento do sistema ou dos consumidores.
Barreiras de entrada/saída	Não haverá barreiras de entrada e saída (p.ex.: protocolos de comunicação diferentes e incompatíveis).

Fonte: adaptado de (OFGEN, 2016).

O OFGEN (2016) conclui que a energia continua a ser um serviço essencial e é preciso permanecer vigilante para garantir padrões mínimos para todos os consumidores e que no setor de energia o mercado não pode operar sem regulação.

No Brasil, a preocupação com os mais vulneráveis ganha uma dimensão ainda maior. Como apontam CASTRO *et al.* (2019), as áreas geográficas dos centros urbanos com complexidade socioeconômica tendem a apresentar dificuldades na prestação de serviços e bens públicos. As dificuldades estão, comumente, associadas a questões econômicas, sociais, culturais e/ou governamentais. Os exemplos são inúmeros, destacando-se: direitos de propriedade mal definidos, insuficiência de desenho e implementação de políticas públicas, informalidade, dificuldade do exercício efetivo de regras de uso e cobrança pelo uso de serviços de utilidade pública, impossibilidade de taxar consumidores mais pobres e sem poder aquisitivo, furtos, desvios de conduta, criminalidade e restrições coercitivas sobre a livre circulação de bens, mercadorias ou indivíduos.

DANTAS *et al.* (2015) reforçam que a transformação do setor elétrico exigirá o estabelecimento de novas diretrizes regulatórias com vistas a incentivar que ocorram inovações no setor e, ao mesmo tempo, a definir modelos de remuneração de ativos compatíveis com as novas tecnologias e com o ambiente de negócios emergente. Tais diretrizes vão desde mecanismos que propiciam investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética até aqueles que permitam às distribuidoras de energia elétrica auferirem remunerações justas de sua base de ativos diante da disseminação de RED (no original, redes inteligentes, geração distribuída e *demand response*) em um contexto de liberalização crescente dos mercados.

2.2 “A distância que nos une – um retrato das desigualdades brasileiras”

O título desta seção é o título do relatório da OXFAM Brasil, publicado em 2017, “A distância que nos une – um retrato das desigualdades brasileiras” (GEORGES *et al.*, 2017).

O Brasil é um país desigual e a desigualdade mede a distância entre nós que nos une e também nos afasta. Para NERI (2017), é forte aumento de desigualdade de renda que não aparecia no país há 23 anos, desde o fim da hiperinflação. Em outro estudo esse mesmo autor alerta que a pesquisa “A Escalada da Desigualdade”, lançada em agosto de 2019, revelou que o Brasil vivia a alta mais demorada da desigualdade de renda do trabalho nas séries históricas. Foram 17 trimestres consecutivos de alta quando comparados ao mesmo período do ano anterior (NERI, 2019).

A alta da desigualdade reduz as propensões privadas ao gasto (NERI, 2017) e no caso dos consumidores de energia aumenta a inadimplência e a propensão ao furto de energia. Em julho de 2021, o presidente da ABRADÉE, Marcos Aurélio Madureira, em declaração ao jornal o Globo alertava que “O nível de inadimplência está em patamar elevado. O atual cenário cria mais pressão para a perda de receita via inadimplência ou redução do volume de consumo. E isso ocorre depois da crise gerada pela pandemia da Covid-19. Hoje, as empresas estão em negociação para que a ANEEL reconheça um prejuízo de R\$ 5 bilhões”.

De acordo com pesquisa de opinião OXFAM Brasil⁸/Datafolha de 2017, nove em cada dez brasileiros percebem que o país é muito desigual. Para enfrentar essa situação, a pesquisa mostra que os brasileiros consideram que deve haver maior oferta de empregos, maior investimento público em políticas sociais e uma reforma tributária. Existe, contudo, um desencontro entre expectativas e realidade.

⁸ A OXFAM Brasil faz parte de uma confederação global que tem como objetivo combater a pobreza, as desigualdades e as injustiças em todo o mundo. Desde 2014, é membro da Confederação Oxfam, que conta com 19 organizações atuando em 93 países. No total, são mais de 10 mil funcionários e 55 mil voluntários pelo mundo, contribuindo para aliviar a vida de milhões de pessoas em situação de emergência e contribuir para a transformação social com base nos direitos humanos e no desenvolvimento justo e igualitário. A OXFAM Brasil tem um conselho deliberativo, um conselho fiscal e uma assembleia geral - formados por brasileiros – e é uma organização sem fins lucrativos e independente. O escritório fica em São Paulo.

Em 2017, a OXFAM Brasil lançou seu primeiro relatório sobre as desigualdades brasileiras “A distância que nos une – um retrato das desigualdades brasileiras” (GEORGES *et al.*, 2017), apresentando algumas das principais desigualdades no país, com foco em renda, patrimônio e distribuição de serviços essenciais. Seis temas centrais para a redução de desigualdades foram enfocados: o sistema tributário; os gastos sociais; a educação; a discriminação; o mercado de trabalho; e, o acesso à democracia.

O relatório de 2018, com o título “País Estagnado – um retrato das desigualdades brasileiras” (GEORGE *et al.*, 2018), continua o debate anterior e aprofunda a análise de duas questões fundamentais: a tributação e o gasto social. Ele conta duas histórias – uma sobre a estagnação do processo de redução das desigualdades, e outra sobre os rumos da política fiscal e seus efeitos na distribuição de renda.

Para o objetivo desta pesquisa, o interesse está nas partes dos relatórios que apontam a desigualdade no país. Serão apresentados a seguir algumas conclusões dos estudos que, além de mostrar o desafio do país conseguir vir a ser, um dia, uma sociedade mais justa e menos desigual, justificam o esforço de se pensar em novos modelos de negócio inclusivos no setor elétrico.

2.2.1 Um país desigual

Os parágrafos e as figuras desta seção (2.2.1) foram retirados dos relatórios “A distância que nos une – um retrato das desigualdades brasileiras” (GEORGES *et al.*, 2017) e “País Estagnado – um retrato das desigualdades brasileiras” (GEORGE *et al.*, 2018).

A realidade brasileira (GEORGES et al., 2017) (GEORGE et al., 2018)

Em 2017, o Brasil parou de reduzir desigualdades. Desde 2002, o índice de Gini⁹ da renda familiar per capita, medido pelas Pesquisas Nacionais por Amostra de Domicílio (PNAD), tem sistematicamente caído de um ano para outro, o que não foi observado entre

⁹ O coeficiente de Gini é uma medida de desigualdade desenvolvida pelo estatístico italiano Corrado Gini. Ele consiste em um número entre 0 e 1, onde 0 corresponde à completa igualdade (no caso do rendimento, por exemplo, toda a população recebe o mesmo salário) e 1 corresponde à completa desigualdade (onde uma pessoa recebe todo o rendimento e as demais nada recebem). O índice de Gini é o coeficiente expresso em pontos percentuais (www.wikipedia.org)

2016 e 2017. Pela primeira vez nos últimos 15 anos, a relação entre renda média dos 40% mais pobres e da renda média total foi desfavorável para a base da pirâmide.

A população negra no Brasil tem sua proporção de renda em relação à população branca praticamente estagnada desde 2011, e a equiparação salarial entre mulheres e homens recuou entre 2016 e 2017.

Nos últimos dois anos, o Brasil se manteve no mesmo patamar do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), 0,743, permanecendo na 79ª posição do ranking do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), de um total de 189 países. O indicador com maior impacto negativo no IDH brasileiro foi o de renda, por conta de seu recuo recente, sobretudo nas menores faixas. No comparativo global, em matéria de desigualdade de renda o país passou, em 2017, da posição de 10º para o 9º mais desigual do planeta.

Em 2016, pela primeira vez desde 1990, o Brasil registrou alta na mortalidade infantil, que subiu de 13,3, em 2015, para 14 mortes por mil habitantes (4,9% a mais que o ano anterior). Além disso, houve uma escalada da pobreza no país, retrato de injustiças que há pouco tempo estavam em trajetória de superação. A Figura 4 apresenta esse cenário.



Figura 4 Brasil - Cenário Geral - 2017

Fonte: adaptado de “País Estagnado – um retrato das desigualdades brasileiras” (GEORGE *et al.*, 2018)

Diferença de renda (GEORGES et al., 2017) (GEORGE et al., 2018)

Lançando-se um olhar para a situação dentro de cada unidade da federação, percebe-se quanto a desigualdade entre as mesmas faz com que pobres e ricos de uma sejam mais pobres e mais ricos que de outra. O rendimento médio dos 50% mais pobres no Distrito Federal (R\$ 1.059,00, o maior entre as UFs) é mais de três vezes superior ao rendimento dos 50% mais pobres do Piauí (R\$ 341,00, a menor entre as UFs). Da mesma forma, a renda média dos 10% mais ricos em São Paulo (R\$ 12.816,00) é quase três vezes a renda média dos 10% mais ricos no Maranhão (R\$ 4.669,00) – razão que chega a quase quatro na comparação do Maranhão com o Distrito Federal.

Além das desigualdades entre unidades federativas, contata-se as desigualdades dentro de cada estado e do Distrito Federal, como pode ser visto na Figura 5.

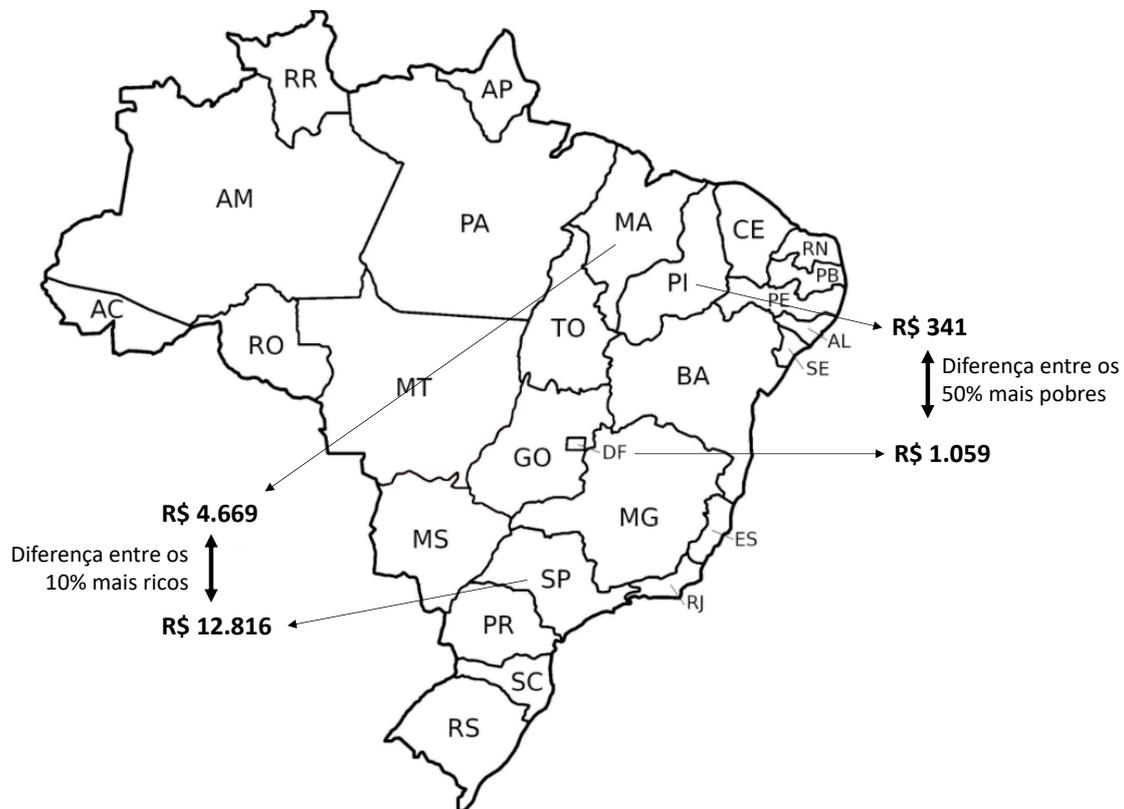


Figura 5 Média de renda dos 10% mais ricos e 50% mais pobres em cada UF – 2016

Fonte: adaptado de “País Estagnado – um retrato das desigualdades brasileiras” (GEORGE *et al.*, 2018)

O Distrito Federal (DF) é o caso icônico de desigualdades no Brasil, com o maior coeficiente de Gini – 0,561. Tal índice é puxado pela renda média, a maior do país, que é bastante concentrada no Plano Piloto (onde os rendimentos médios são superiores a cinco salários mínimos) em detrimento de outras regiões da Capital Federal, como a Cidade Estrutural (onde se ganha, em média, menos de um salário mínimo).

Além do DF, Sergipe, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Roraima formam o conjunto das cinco UFs mais desiguais do país, as duas últimas com capitais marcadamente mais ricas que seus interiores, o que explica em boa medida tais desigualdades. Por outro lado, Santa Catarina, Rondônia, Mato Grosso, Goiás e Alagoas são os estados menos desiguais, ainda que as rendas per capita sejam bastante diferentes, conforme indicado na Figura 6.

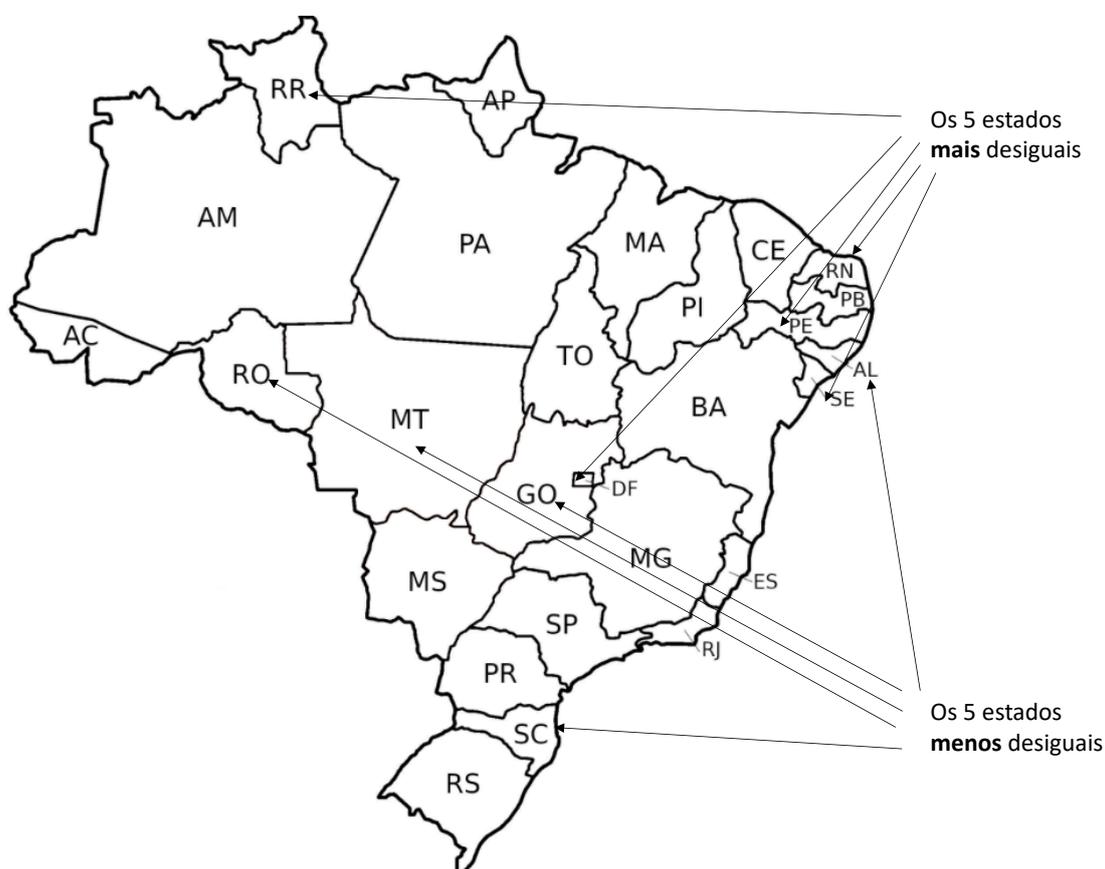


Figura 6 A desigualdade entre os estados

Fonte: adaptado de “País Estagnado – um retrato das desigualdades brasileiras” (GEORGE *et al.*, 2018)

Segundo dados atualizados do PNUD, o Brasil passou a ocupar em 2018 a 9ª pior posição em matéria de desigualdade de renda medida pelo coeficiente de Gini num conjunto de

189 países. Apesar de estar entre as dez maiores economias globais, o PIB per capita brasileiro, no valor em dólar de US\$ 9.821,41, ainda é relativamente baixo se comparado a países com desigualdades pouco menores que as nossas como o Chile (US\$ 15.346,45), o Panamá (US\$ 15.087,68) e a Costa Rica (US\$ 11.630,67), indicados na Figura 7.



Figura 7 Comparação do PIB per capita

Fonte: adaptado de “País Estagnado – um retrato das desigualdades brasileiras” (GEORGE *et al.*, 2018)

Em relação à renda, o 1% mais rico da população recebe, em média, mais de 25% de toda a renda nacional, e os 5% mais ricos abocanham o mesmo que os demais 95%. Uma pessoa que recebe um salário mínimo mensal levaria quatro anos trabalhando para ganhar o mesmo que o 1% mais rico ganha em um mês, em média. Seriam necessários 19 anos de trabalho para equiparar um mês de renda média do 0,1% mais rico. Essa enorme concentração é fruto de um topo que ganha rendimentos muito altos, mas sobretudo de uma base enorme de brasileiros que ganha muito pouco.

Os 10% dos brasileiros com maiores rendas poderiam ser facilmente classificados como “ricos”. Considerando os rendimentos médios de cada decil, eles ganham quase três vezes o que ganham aqueles no 9º decil, sete vezes o que ganham brasileiros do 5º decil, e 38 vezes a renda dos 10% de brasileiros mais pobres. Contudo, tal concentração de renda

média no decil mais rico, quando vista de perto, revela uma enorme desigualdade no próprio topo.

Isto é visto pelo índice de Gini de renda dentro dos 10% mais ricos, que é de 30,7%, muito maior do que aquele observado nas demais faixas, nas quais ele não passa de 7,2% (com a notável exceção do primeiro decil, o mais desigual de todos por abrigar justamente os brasileiros miseráveis e muito pobres).

Porém, como pode ser visto na Figura 8, há um grupo bastante diferente, o “topo do topo”, no qual estão brasileiros cujos rendimentos médios – a maior parte não tributada – são de cerca de R\$ 190.000,00 por mês – mais de quarenta e duas vezes a renda média do decil mais rico captada pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD). Alguns rendimentos declarados superam os R\$ 400.000,00 mensais – quase noventa vezes o que ganha uma pessoa na média dos 10% mais ricos, de acordo com dados domiciliares per capita. Isso revela em que medida o topo é também muito desigual em si.

Brasil –

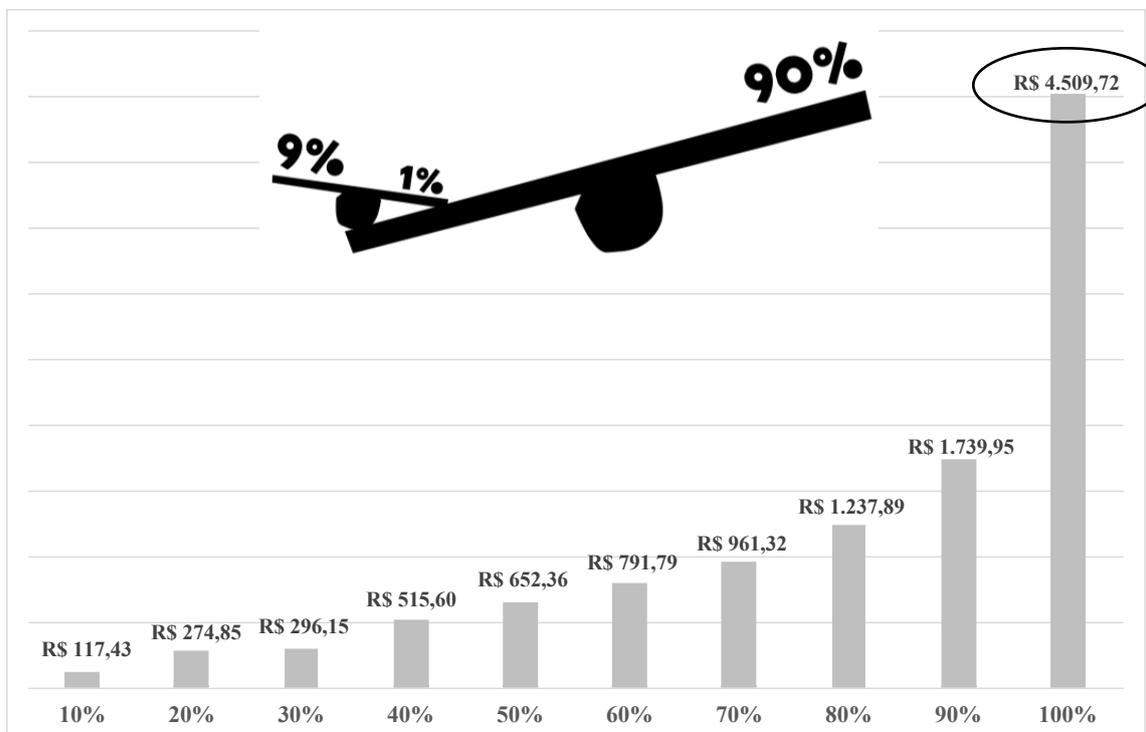


Figura 8 Níveis de renda domiciliar per capita médios, por decil (em R\$) – 2015

Fonte: adaptado de “A distância que nos une – um retrato das desigualdades brasileiras” (GEORGES *et al.*, 2017)

A distribuição injusta de serviços essenciais (GEORGES et al., 2017) (GEORGE et al., 2018)

Às desigualdades de renda e riqueza somam-se a distribuição injusta de serviços essenciais. Não só a renda e a riqueza de uma família determinam sua condição de vida, mas também o acesso à energia elétrica, à água encanada, à coleta de esgoto, entre outros componentes essenciais de infraestrutura habitacional. Suas respectivas políticas têm impacto direto na educação, na saúde e na própria renda familiar, afetando desigualdades de maneira ampla.

O Brasil expandiu enormemente estes serviços nas últimas décadas. A luz elétrica, por exemplo, é hoje universalizada no país, e a oferta de água encanada é significativa. No entanto, a cobertura dos serviços essenciais está fortemente correlacionada à renda, o que incorre em grande desigualdade de acesso a eles.

Dados de 2015 apontam que a cobertura de acesso a água, por exemplo, alcança 94% para quem está entre os 5% mais ricos, mas cai para 62% quando se trata dos 5% mais pobres. No caso de cobertura de esgoto, ela abrange 80% dos 5% mais ricos; porém, cai para menos de 25% se observados os 5% mais pobres. A exceção está na energia elétrica, que teve forte expansão nas últimas décadas, sobretudo para as camadas mais pobres da população. A Figura 9 retrata essa situação.

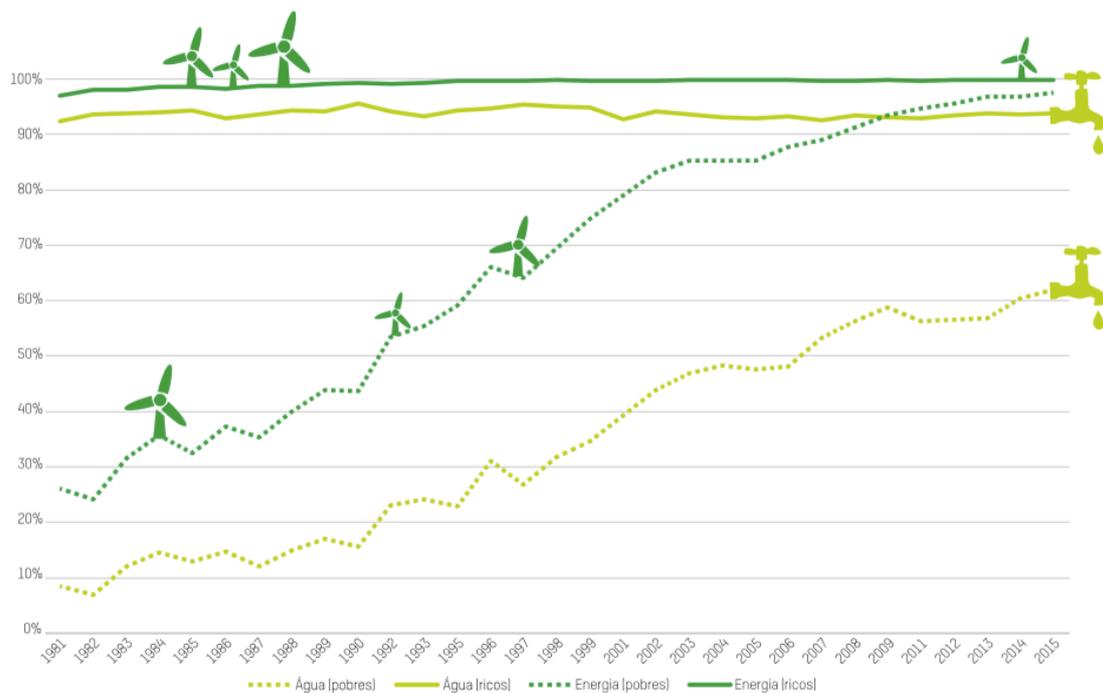


Figura 9 Acesso a serviços essenciais pelos 5% mais ricos e pelos 5% mais pobres – 1981-2015

Fonte: “A distância que nos une – um retrato das desigualdades brasileiras” (GEORGES *et al.*, 2017)

Além da expansão da cobertura de serviços essenciais em municípios, o processo de urbanização pelo qual passou o Brasil possibilitou a extensão da cobertura na medida em que concentrou a população, viabilizando a oferta a um custo menor. Ao mesmo tempo, a urbanização brasileira “transportou” as desigualdades regionais para dentro dos municípios.

Um exemplo é São Paulo. O maior centro urbano do Brasil, conta hoje com 12 milhões de habitantes, ou seja, 6% da população brasileira em apenas um município. É também um exemplo contundente de como a urbanização acelerada se traduziu em desigualdades espaciais dentro dos municípios.

Hoje, de acordo com o Mapa de Desigualdade elaborado pela Rede Nossa São Paulo, dos 96 distritos de São Paulo, 34 estão recorrentemente na “lanterna” dos indicadores de saúde, educação, habitação e renda. Trata-se dos mesmos distritos onde as rendas médias são as mais baixas da cidade, e onde vivem 4,7 milhões de pessoas, cerca de 40% do total do município.

Essa correlação é vista também na comparação dos percentuais de pessoas em alta ou muito alta situação de vulnerabilidade e a renda média por distrito. Em distritos com maior proporção de pessoas em situação de vulnerabilidade – ou seja, com mais pessoas vivendo sem oferta de esgoto e água – a renda tende a ser menor.

Como indicado na Figura 10, na Cidade Tiradentes, bairro de periferia de São Paulo, a idade média ao morrer é de 54 anos, 25 a menos do que no distrito de Pinheiros, onde ela é de 79 anos. Trata-se de um dado que resume como as desigualdades se manifestam de diversas formas, sempre a um preço muito alto para a base da pirâmide social no Brasil.

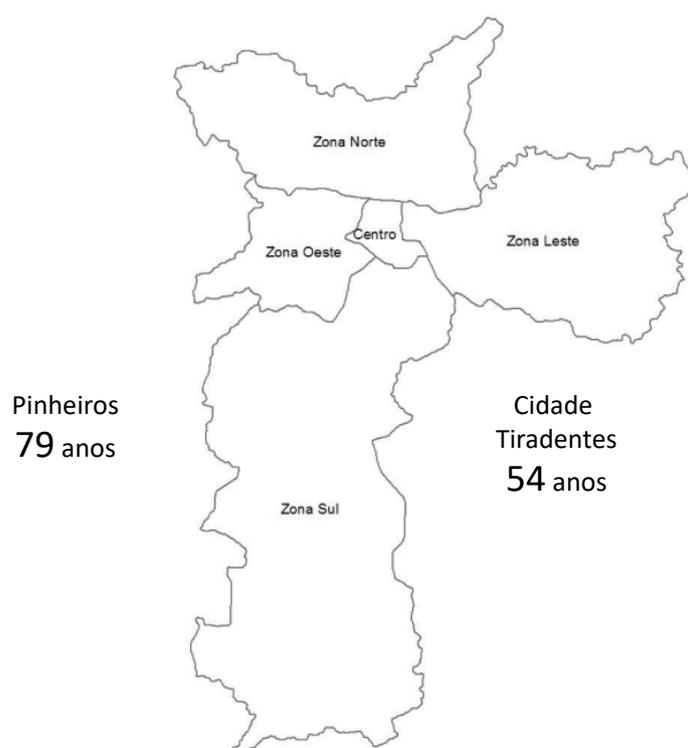


Figura 10 Diferença da idade média ao morrer – cidade de São Paulo

Fonte: adaptado de “A distância que nos une – um retrato das desigualdades brasileiras” (GEORGES *et al.*, 2017)

O acesso à energia elétrica

No Brasil e em outros países em desenvolvimento, assim como, nos países subdesenvolvidos o acesso aos serviços essenciais é precário. Nesses países, os serviços de utilidade pública alcançaram uma penetração muito limitada entre os níveis mais baixos da sociedade, com escassez de água tratada, serviços de saúde, educação e eletricidade (DA SILVA *et al.*, 2008). No acesso à energia elétrica, no Brasil, apesar da forte expansão nas últimas décadas, sobretudo para as camadas mais pobres da população

com o programa de universalização do acesso, como visto nos parágrafos anteriores, o problema ainda existe muito em função da dificuldade em conseguir pagar a conta de energia. Conforme DA SILVA *et al.* (2008), em termos de aquisição e uso de energia, a parcela significativa da população mundial tem pouca ou nenhuma renda, o que significa que muitas vezes é impossível adquirir energia, deixando esse segmento marginalizado da população urbana apenas com alternativas informais de acesso à rede de fornecimento de energia elétrica.

A questão do acesso informal à rede elétrica, ou o roubo de energia, ou em termos técnicos as perdas elétricas não técnicas, é complexo porque está disseminado nas regiões, em um país desigual como é o Brasil, e entre as classes de consumo. As ligações clandestinas são encontradas em diversos níveis sociais, desde favelas até condomínios de luxo, estabelecimentos comerciais e indústrias de pequeno, médio e grande porte. (DA SILVA *et al.*, 2008).

Porém, é preciso separar as motivações porque algumas são justas e outras não e devem ser combatidas com o rigor da lei. DA SILVA *et al.* (2008) fazem uma análise precisa dessa questão.

No entanto, é necessário distinguir as razões por trás dessas conexões clandestinas. Esta não é uma tentativa de reivindicar que essas ligações ilegais de eletricidade devem ser toleradas pela sociedade. Ao contrário, reafirma-se que a maioria dessas conexões clandestinas se encontra em comunidades de baixa renda, utilizadas como a única forma possível de garantir o acesso a esse bem, reconhecido como necessário para o bem-estar no lar. Esse motivo é muito diferente dos objetivos dos consumidores comerciais e industriais, bem como dos domicílios com maiores níveis de renda que optam por conexões clandestinas.

As comunidades de baixa renda não decidem burlar a lei para aumentar a renda. Em vez disso, elas estão se esforçando para garantir um direito constitucional. Essa razão não pode ser alegada pelos demais setores acima mencionados, que buscam cortar custos para aumentar os lucros ou manter padrões de consumo incompatíveis com o poder de compra das famílias.

2.2.2 Um exemplo que representa o país: o Rio de Janeiro

Como mencionado anteriormente, a desigualdade é um problema no país todo, os exemplos de São Paulo e Rio de Janeiro, as duas principais cidades do país, são representativos dessa situação.

O termo “cidade partida” não é novo, mas foi imortalizado por (VENTURA, 1994). A expressão descreve bem a situação das principais cidades brasileiras. Uma linha imaginária separa duas realidades, a parte que recebe os serviços públicos, o chamado “asfalto”, da parte desprovida de quase tudo, as favelas, agora também chamadas de comunidades. A Figura 11 retrata essa situação.

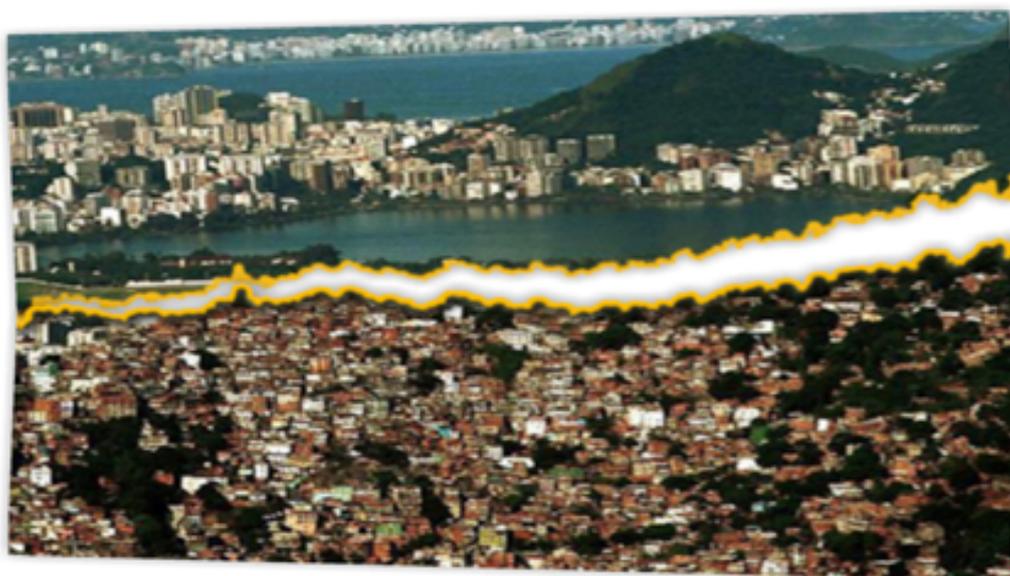


Figura 11 A sociedade (cidade) partida

Fonte: (CASTRO, 2013)

Essa situação existe há décadas e levou à desordem urbana e à violência, entre outras mazelas sociais. Tudo isso e mais o descaso dos governos, que representa o descaso da sociedade, levou ao aparecimento de diversas facções criminosas que dominam as áreas onde o estado não se faz presente. A Figura 12 é uma representação da divisão de poderes na cidade.



Figura 12 A cidade “dominada”

Fonte: (CASTRO, 2013)

As empresas prestadoras de serviços públicos, estatais ou privadas, não conseguem atuar de forma regular nessas áreas. São vários os motivos: a violência que atrapalha ou impede a atuação das equipes, a geografia do local que dificulta a realização das atividades, a falta de prioridade etc. A população local acaba por encontrar soluções para as suas demandas aumentando a desordem urbana, conforme retratadas nas Figuras 13 e 14.



Figura 13 Desordem urbana: lixo, esgoto e água

Fonte: (CASTRO, 2013)

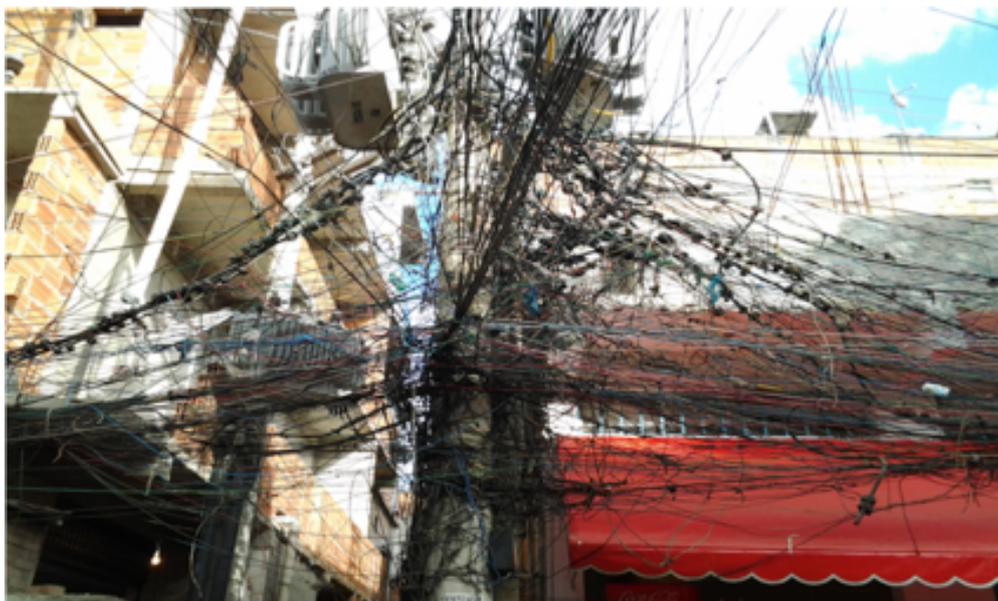


Figura 14 Desordem urbana: eletricidade, telefone, tv a cabo

Fonte: (CASTRO, 2013)

No caso do setor elétrico, tudo isso somado, leva ao roubo de energia. Entretanto, o roubo não ocorre só em áreas pobres, mas também em áreas nobres o que indica que o problema é bem mais complexo, como mencionado em parágrafos anteriores. É também injusto generalizar as áreas pobres porque o interior do estado do Rio, atendido pela Light, é uma área pobre, mas com índices de roubo de energia muito baixos. Assim, o roubo está associado mais com áreas onde a desordem urbana está presente. Com ele vem também o desperdício de energia, indicado na Figura 15.



Figura 15 Calor e desperdício de energia

Fonte: (CASTRO, 2013)

As empresas investem em tecnologias para reverter essa situação, mas a experiência mostrou que em função da complexidade do problema ela sozinha não é a resposta porque com a tecnologia nova surgem as novas soluções. As Figuras 16 e 17 retratam o desafio das empresas.



Figura 16 Tecnologia nova...

Fonte: (CASTRO, 2013)

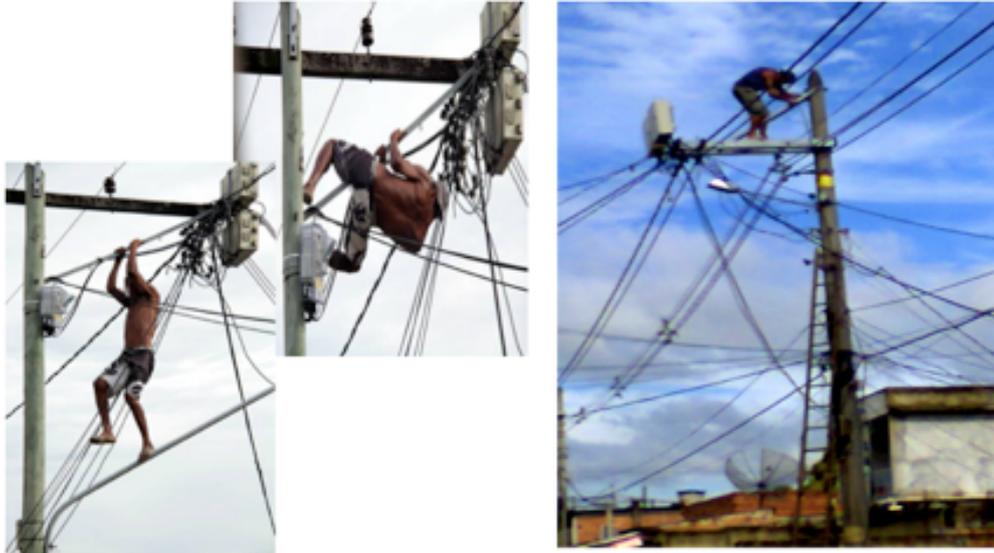


Figura 17 ... novas soluções

Fonte: (CASTRO, 2013)

Os índices das perdas de energia, que inclui as perdas técnicas e as não técnicas (roubo de energia), são muito altos e persistentes em algumas regiões do país. A Figura 18 apresenta os índices das principais distribuidoras do país. Isso fez com que as concessionárias responsáveis pelo atendimento dessas áreas buscassem soluções. No caso da Light, o modelo utilizado foi o projeto das Áreas de Perda Zero.

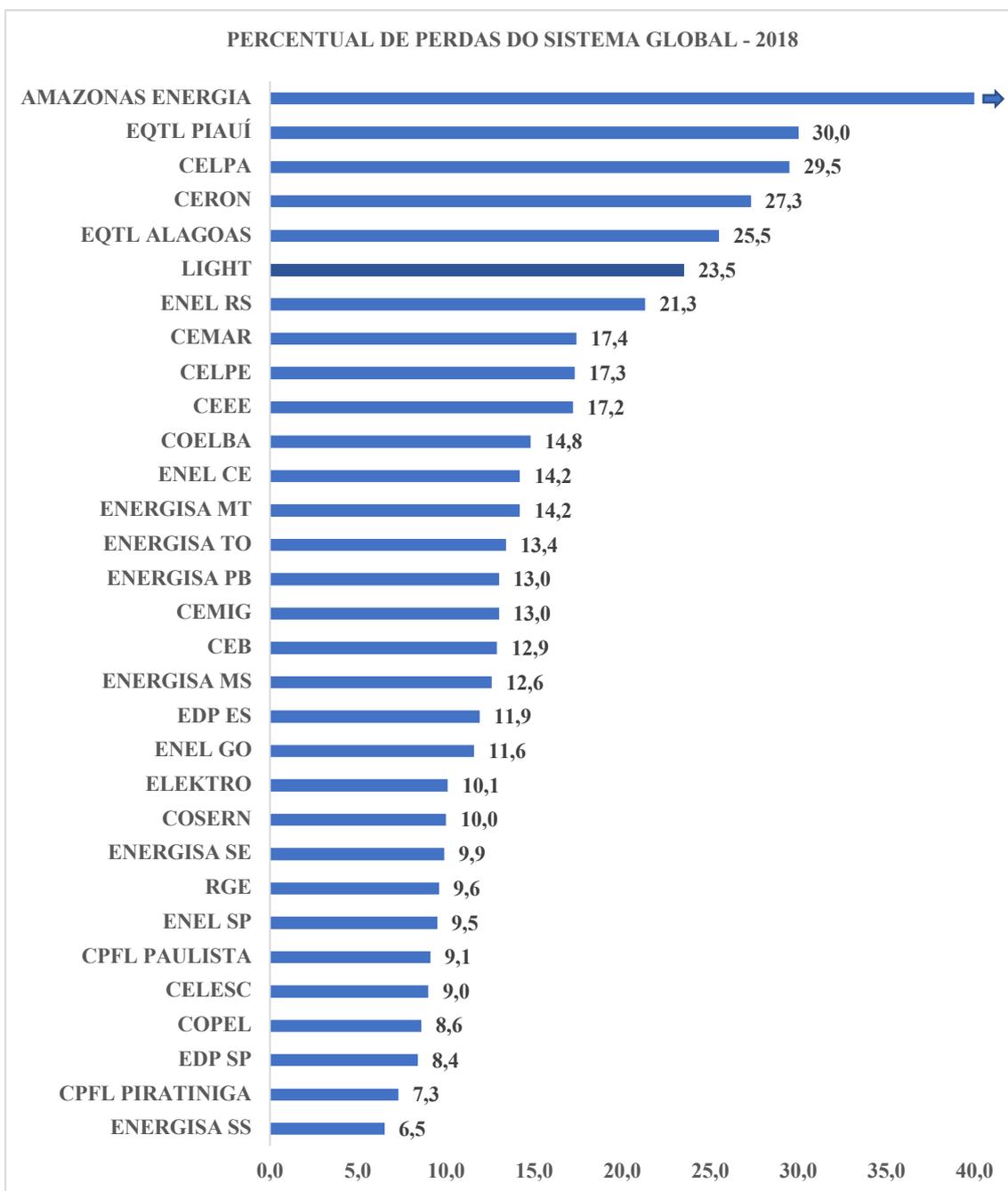


Figura 18 As perdas no Brasil

Fonte: adaptado de (ABRADEE, 2002)

2.2.3 Áreas de Perda Zero (APZs) – Um início de solução

Uma nova proposta para o combate às perdas não técnicas e à inadimplência de forma sustentada, combinando o uso de tecnologias de rede, sistemas de medição e pessoas.

O Projeto foi idealizado pelo engenheiro José Humberto de Castro que na época era o diretor de Distribuição da Light. Em 2013, o projeto foi selecionado pelo Instituto Ethos como um exemplo de caso de negócio sustentável (CASTRO, 2013)

Premissas:

- Altos índices de perdas não técnicas e inadimplência (35% e 10%);
- Fora de regiões de risco e sem restrições de acesso;
- De 10 a 20 mil consumidores, conforme o grau de complexidade;
- Em Comunidades já pacificadas (UPPs) e regiões com sistema de medição centralizada.

O projeto foi desenvolvido em áreas com altos índices de perdas e inadimplência, teve início em agosto de 2012¹⁰, e consistiu na atuação combinada do uso de novas tecnologias (rede e novo sistema de medição) e de um novo modelo de relacionamento com o cliente com atuação permanente no território. O projeto foi fundamental para coibir o furto de energia, garantir a segurança da população e também a qualidade do serviço e do fornecimento de energia. Cada APZ englobava áreas que contemplavam de 10 a 20 mil clientes. Nessas áreas, eletricitistas e agentes comerciais especialmente capacitados, pertencentes a empresas terceirizadas de pequeno porte, atuavam junto à população. Essas empresas recebiam como incentivo uma proposta de remuneração variável agressiva baseada em resultados, além dos custos fixos necessários para gerir o negócio. Os gestores e profissionais recebiam capacitação através de uma parceria com o SEBRAE e trabalhavam focados na qualidade do serviço, na inspeção e normalização das instalações elétricas, na visita aos clientes para negociação de débitos, orientação sobre o uso eficiente de energia e sobre critérios para obtenção da tarifa social, desenvolvendo uma relação de confiança com a comunidade.

A Figura 19 apresenta o esquema de atuação das APZs.

Esquema de atuação

¹⁰ Em 2016, com a saída do diretor de distribuição e mudanças na administração da empresa o projeto sofreu alterações em relação à sua concepção original.



Figura 19 Esquema de atuação da APZs

Fonte: (CASTRO, 2013)

O projeto foi considerado inovador porque criou um novo modelo de relacionamento da empresa, tanto com o cliente quanto para as empresas terceirizadas, neste caso, empresas de pequeno porte. Este modelo de serviço é novo no Brasil e pode ser considerado uma inovação no setor de energia elétrica. O cliente ganha um serviço personalizado e com qualidade, equivalente às demais áreas da cidade. A pequena empresa recebe uma série de benefícios como treinamento especializado, ajuda de custo e os bônus pagos pela Light por produtividade (relacionados aos indicadores de perdas comerciais e inadimplência). Para a Light o projeto foi vantajoso por ter obtido êxito em reduzir o furto de energia e a inadimplência em áreas de grande informalidade e complexidade social.

Na época, considerava-se que o projeto poderia ser replicado por sua característica de modularidade. Assim, a metodologia básica de atuação seria válida, mas com pequenas correções e adequações, adaptada a cada território e sem prejudicar a sua eficácia.

Ganhos do projeto

Os ganhos do projeto puderam ser avaliados em duas dimensões.

Econômico:

- Acesso a novos clientes e manutenção dos clientes existentes;

- Acréscimo no faturamento (os índices de perdas não técnicas caem e o faturamento da empresa aumenta);
- Redução da perda de energia e conseqüentemente do desperdício;
- Incentivo ao empreendedorismo (convênio com o Sebrae);
- Geração de emprego e renda: 320 empregos em 2013;
- Integração entre o Estado e a concessionária;
- Viabilidade econômica do projeto (TIR entre 10 e 25%);
- Resultados sustentados e duradouros.

Sociedade:

- Fortalecimento de micro, pequenas e médias empresas: incentivo a criação de pequenas empresas, com benefícios específicos (custo fixo pago pela Light e remuneração variável de acordo com os resultados alcançados);
- Geração de emprego e renda: o projeto tinha como norma que cada APZ tivesse um número mínimo de empregados contratados;
- Fortalecimento do capital humano: treinamento especializado para os empregados das empresas que atuavam nas APZs;
- Promoção da ética e da transparência no relacionamento entre a concessionária e os clientes;
- Foco no resgate da cidadania e na disciplina do mercado.

Os gráficos a seguir, Figuras 20 e 21, mostram a evolução das perdas não técnicas e da adimplência no primeiro ano de operação do projeto.

Evolução das perdas

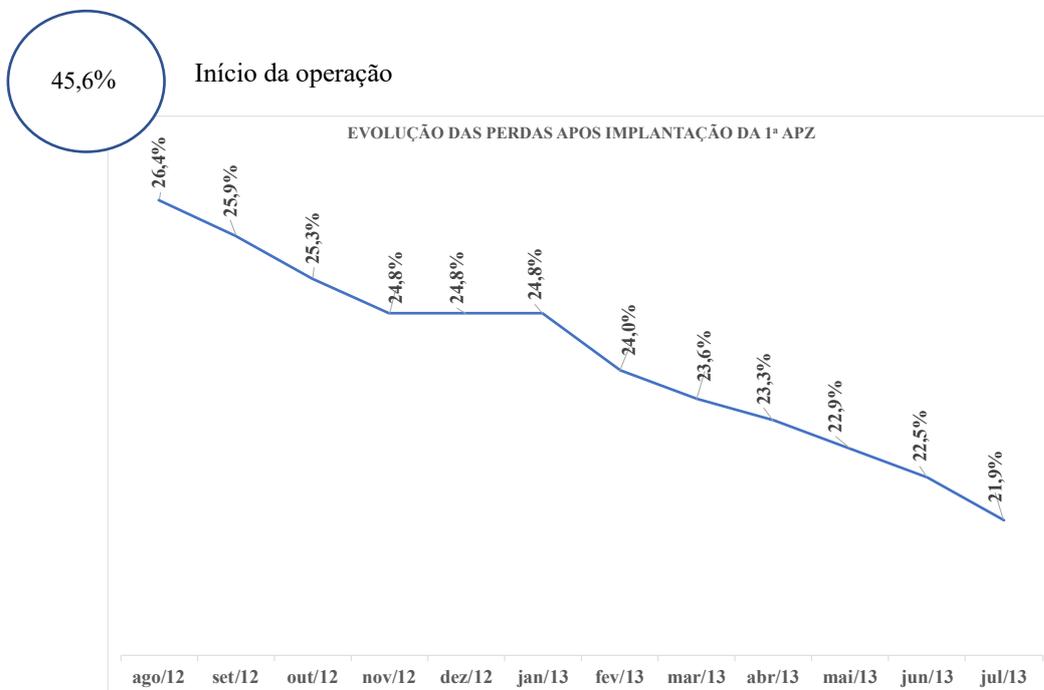


Figura 20 Gráfico com a evolução das perdas após a implantação das APZs

Fonte: adaptado de (CASTRO, 2013)

Evolução da adimplência

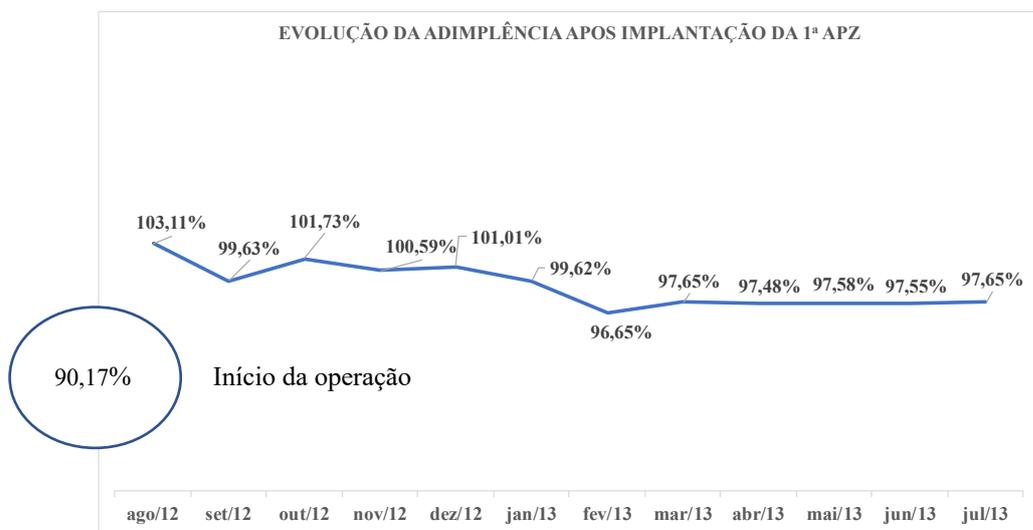


Figura 21 Gráfico com a evolução da adimplência após a implantação das APZs

Fonte: adaptado de (CASTRO, 2013)

Um dos principais desafios enfrentados na implantação do projeto foi lidar com a informalidade dessas áreas, com a existência do poder paralelo que por muitas vezes impedia (e, infelizmente, ainda impede) a atuação das equipes. Na ocasião, para vencer esse desafio, em alguns casos atuava-se em parceria com o Governo do Estado, por meio

do programa PROEIS¹¹. Esta atuação conjunta foi importante e permitiu o avanço do projeto.

O aprendizado obtido, e que interessa para este estudo, é de que só o uso da tecnologia não garantia o sucesso no combate às perdas e à inadimplência, era preciso incorporar a dimensão humana, ou seja, garantir a presença constante de equipes junto aos clientes. A instalação de rede blindada e sistema de medição centralizada provocava a queda inicial das perdas comerciais e inadimplência, mas não garantia a sustentabilidade desses indicadores, que começavam a degradar ao longo do tempo, visto que os clientes descobriam novas formas para fraudar. A presença permanente da concessionária na área, via as APZs, foi o que permitiu vencer a luta diária, porque o cliente começava a entender que o custo da informalidade era maior do que o custo de ser formal.

2.3 Considerações finais

Os dois estudos “Utility of the future” (MIT, 2016) e “Future Insights” (OFGEN, 2016) apresentam as mudanças por que passa o setor elétrico, com destaque para as distribuidoras, em diversos países, incluindo o Brasil. São mudanças profundas que mudam a relação das empresas com os consumidores que cada vez mais passam a ter um papel ativo nessa relação. Essas transformações associadas à busca por maior autonomia por parte da sociedade e pelas mudanças tecnológicas que permitem um maior protagonismo do consumidor/cliente, é uma oportunidade para o desenvolvimento de novos modelos de negócio que façam frente a esses desafios.

No Brasil, o desafio é ainda maior em função da enorme desigualdade social conforme atestado pelos estudos “A distância que nos une – um retrato das desigualdades brasileiras” (GEORGES *et al.*, 2017) e “País Estagnado – um retrato das desigualdades brasileiras” (GEORGE *et al.*, 2018). A distância entre os mais ricos e os mais pobres para ser um fosso intransponível. Porém, existem caminhos possíveis, um exemplo é o acesso à energia elétrica que graças ao programa de universalização diminuiu essa distância. Conforme relatado por GEORGES *et al.* (2017), no caso dos serviços públicos, a exceção

¹¹ Programa Estadual de Integração na Segurança: medida que permitia que policiais militares trabalhassem voluntariamente em seu horário de folga, mediante gratificação, em diferentes funções.

é a energia elétrica que teve forte expansão nas últimas décadas, sobretudo para as camadas mais pobres da população.

Outro exemplo que parece indicar um bom caminho, e um início de solução, é a experiência das Áreas de Perda Zero (APZs) que foi uma nova proposta para o combate às perdas não técnicas e à inadimplência de forma sustentada, combinando o uso de tecnologias de rede, sistemas de medição e pessoas. As APZs podem ser vistas como uma primeira tentativa de se criar um modelo de negócio inclusivo ao tentar conciliar soluções tecnológicas com uma preocupação social e que procurava aproximar a empresa de energia de seus consumidores/clientes.

3 A REVOLUÇÃO DOS RED - RECURSOS ENERGÉTICOS DISTRIBUÍDOS

Como observam CASTRO *et al.* (2017), ao longo dos últimos 40 anos, diversos países implementaram reformas liberalizantes nos mercados de energia elétrica. As reformas promoveram a desverticalização da indústria para criar mercados segmentados e competitivos de energia, enquanto as atividades produtivas de fios (transmissão e distribuição) permaneceram reguladas por serem monopólios naturais e assim garantir o acesso não discriminado à rede para todos os usuários do sistema. Entretanto, este processo manteve-se essencialmente restrito à organização e às diretrizes econômicas do setor elétrico.

Porém, como já mencionado nesta tese, os mesmos autores reconhecem que o setor elétrico está prestes a enfrentar um processo de ruptura deste paradigma tecnológico. Um dos vetores desta ruptura é o potencial de expansão dos recursos energéticos distribuídos, impondo a tendência de descentralização e acelerada difusão de sistemas de micro e de mini geração distribuída em alguns países. Em paralelo, observa-se que as políticas de resposta da demanda¹² estão se tornando cada vez mais relevantes, permitindo flexibilizar a demanda por energia elétrica.

Outros autores, como TOLMASQUIM *et al.* (2020), atestam que a sociedade também vive o prelúdio de uma nova era energética. Três tendências estão rompendo com o paradigma do setor de energia: (i) eletrificação nos principais setores econômicos, como transporte; (ii) descentralização impulsionada pela queda nos preços das baterias e painéis fotovoltaicos; e (iii) digitalização da rede elétrica por meio de medição inteligente, automação e internet das coisas. Nesse contexto, alguns consumidores também se tornaram geradores (prosumidores) que esperam contas de luz menores com menor dependência das concessionárias de energia.

Como consequência, para esses autores, a difusão de recursos de energéticos distribuídos (RED) tem sido o impulsionador da descentralização do sistema de energia por meio da substituição de opções convencionais de geração de energia, como hidrelétricas, termelétricas e nucleares, por novas tecnologias de geração distribuída, gerenciamento de

¹² No original, *demand response*.

demanda e armazenamento de energia. Ao alterar os fluxos de energia, essa transformação aumenta significativamente a complexidade da operação desses sistemas, indicando que a disseminação dessas tecnologias incorpora um amplo potencial disruptivo para o setor elétrico. Além disso, a difusão de RED contribui de forma decisiva para a implementação de novos modelos de negócio e serviços de distribuição de energia elétrica.

Voltando a CASTRO *et al.* (2017), esses autores alertam que para lidar com um novo e complexo sistema, em que os consumidores terão um comportamento mais ativo, a demanda será flexível e os fluxos de energia serão multidirecionais, é imperativa a utilização de tecnologias de comunicação e de informação que possibilitem o estabelecimento de redes inteligentes. Estas novas redes caracterizam-se pelo elevado nível de automação e pela presença de sistemas de medição inteligente, possibilitando o monitoramento de todos os fluxos de energia elétrica em tempo real.

Diversos autores, como os citados aqui, (TOLMASQUIM *et al.*, 2020) e (CASTRO *et al.*, 2017), identificam a mudança no comportamento do consumidor que busca maior protagonismo e a dependência da difusão das novas tecnologias. Segundo esses últimos, a alteração do comportamento dos consumidores, pois em grande medida as modificações prospectadas estão associadas a um comportamento mais ativo e participativo por parte dos mesmos. Neste sentido, o interesse dos consumidores aumentará, na medida em que estas novas tecnologias e comportamentos possibilitem reduções nos dispêndios com energia elétrica e aumento da qualidade de fornecimento, a ponto de compensar os investimentos necessários. Mas o processo não se resume a isso. Em muitos casos, existe um desejo implícito do consumidor em ser mais autossuficiente no que concerne ao seu suprimento de energia elétrica e de posicionar-se na sociedade como um indivíduo adepto a práticas sustentáveis, especialmente nos países mais desenvolvidos.

Em países como o Brasil, o desafio é fazer que esse processo de mudança alcance todas as classes sociais, incluindo os consumidores de menor poder aquisitivo. Apesar do desejo desses consumidores em adotar práticas mais sustentáveis, em muitas situações, a realidade permeada pela enorme desigualdade social impede a realização do desejo, deixando esses consumidores sem opção de mudança. Infelizmente, em muitos casos,

quando ocorre a mudança a opção não é por novas tecnologias, mas por velhas soluções como o furto de energia.

Para TOLMASQUIM *et al.* (2020), em países em desenvolvimento como o Brasil, particularidades devem ser consideradas. O setor de energia é geralmente um mercado com taxas crescentes de consumo de eletricidade, exigindo, conseqüentemente, investimentos regulares por parte das empresas distribuidoras na modernização das redes e na substituição de equipamentos. Com a expansão de RED, existe a ameaça de retração do mercado por parte dos consumidores (com maior poder aquisitivo) que se afastam do ambiente regulado. Essa retração interfere diretamente na remuneração dessas empresas e acaba gerando tarifas mais altas para os consumidores (de menor poder aquisitivo, que não podem optar pelos RED). Além disso, o sistema de distribuição ainda apresenta desafios relacionados a melhorias nos níveis de qualidade do fornecimento de energia elétrica, acesso universal nas áreas rurais e redução nos níveis de perdas não técnicas (que acaba por ser a opção do consumidor com menor poder aquisitivo que não podem optar pelos RED).

3.1 Os atores da mudança – quem são os REDs?

Para DANTAS *et al.* (2017) a disseminação de redes inteligentes em sentido estrito (automação da rede + medidores inteligentes) é um elemento central na dinâmica de transformação do setor elétrico. E as redes inteligentes são essenciais para a difusão dos RED. Segundo TOLMASQUIM (2018a), as redes inteligentes baseiam-se na utilização intensiva de tecnologia de automação, computação e comunicações para monitoração e controle da rede elétrica, as quais permitirão a implantação de estratégias de controle e otimização da rede de forma muito mais eficiente que as atualmente em uso.

Dessa forma, antes de descrever os tipos de RED, será explorado, neste trabalho, o conceito de redes inteligentes.

3.1.1 Redes Inteligentes

Conforme apontado por TOLEDO (2012), o conceito de rede elétrica inteligente difere de acordo com quem o define. Alguns especialistas focam o conceito mais na área de

automação da rede, outros na cadeia de fornecimento de energia, outro ainda na melhoria dos canais de interação e serviços para o consumidor. A interpretação de (TOLEDO, 2012) é que tal definição varia de acordo com as necessidades (reduzir perdas, poluentes, custos operacionais) e com a ótica (financeira, ambiental entre outras) de quem estuda o tema.

Assim, o autor compartilha o entendimento do *US Department of Energy* de que rede inteligente não é uma “coisa” (mantida a grafia original), mas uma visão a ser completada e que deve ser construída de acordo com as necessidades do mercado onde será implementado e tomando em conta múltiplas perspectivas, entre elas, tecnológica, ambiental, socioeconômica e político-regulatória (USDOE, 2009, apud TOLEDO, 2012).

Para PEREIRA *et al.* (2018) a mudança dos sistemas tradicionais de distribuição de eletricidade – desenhados em torno de fluxos unidirecionais de eletricidade e sua distribuição com recurso a linhas de transmissão de alta tensão – para usuários finais instalados em um sistema que suporta flexibilidade, fluxos bidirecionais de eletricidade e permite integração de fontes inovadoras de energia, bem como o uso de tecnologias de informação e comunicação, abrange a evolução no sentido das redes inteligentes. E assim, preferem utilizar a definição da Agência Internacional de Energia (IEA, 2011, apud PEREIRA *et al.*, 2018):

[...] rede[s] de eletricidade que utiliza[m] tecnologias digitais e outras tecnologias avançadas para monitorar e gerenciar o transporte de eletricidade de todas as fontes de geração para atender às diferentes demandas (...) dos usuários finais. As redes inteligentes coordenam as necessidades e capacidades de todos os geradores, operadores da rede, usuários finais e partes interessadas do mercado de eletricidade de operar todas as partes do sistema da forma mais eficiente possível, minimizando os custos e os impactos ambientais enquanto maximizam a confiabilidade, a resiliência e a estabilidade do sistema.

Conforme atesta TOLEDO (2012), independentemente do conceito adotado, o fato é que as empresas de energia, em especial as distribuidoras, precisam lidar com desafios atuais e futuros:

- A inevitável penetração de novas fontes de geração e armazenamento de energia;

- A potencial mudança do perfil do cliente de energia elétrica, por exemplo, o advento de consumidores móveis de energia (veículos elétricos e híbridos recarregáveis);
- A necessidade de lidar com a bidirecionalidade energética e de informação, em tempo real, relacionada a tais tecnologias;
- A adequação a metas ligadas à sustentabilidade do planeta e à tendência de cidades e *habitats* inteligentes;
- A gestão otimizada do crescimento significativo da carga que acontece anualmente;
- A resposta à crescente expectativa dos clientes em relação à qualidade do fornecimento de energia, assim como, aos anseios do regulador e das demais autoridades;
- A necessidade de redução de custos operacionais, como por exemplo, aqueles relativos a perdas e inadimplência;
- A tendência de competição no mercado de energia elétrica direta ou indiretamente.

As redes inteligentes são importantes para a transformação do setor elétrico, em especial a distribuição de energia, e essenciais para que o consumidor passe a ter um papel ativo no gerenciamento do seu consumo. Entretanto, como já observado neste trabalho, o desafio no Brasil é que essa mudança alcance todas as classes sociais.

É interessante comparar as características das redes tradicionais e as redes inteligentes apontadas pelo USDOE (USDOE 2008, apud PEREIRA *et al.* 2018) e apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9 Características da rede tradicional x rede inteligente

Características	Rede tradicional	Rede inteligente
Participação dos consumidores conectados	Os consumidores têm acesso limitado às informações e são usuários passivos de eletricidade, apenas com a função de consumo	Os consumidores são envolvidos e participam por meio de iniciativas de resposta à demanda e conectando RED à rede
Geração distribuída (GD) e integração do armazenamento	Sistema projetado para grandes usinas centrais, com barreiras significativas para a captação de GD	Os RED podem ser facilmente integrados à rede, apoiando o crescimento da participação das energias renováveis

Habilita o modelo de negócio, o produto e a inovação de design do mercado	Modelos de negócios e estruturas de mercado limitados, resultando em oportunidades limitadas de participação dos consumidores nos mercados de eletricidade	Os mercados de eletricidade bem integrados são adaptados para permitir a participação do consumidor ao criar oportunidades de mercado para a resposta à demanda e GD
Apoia a transição para uma economia digital	Operação do sistema focada na redução de interrupções, caracterizada pela lenta resposta aos problemas de qualidade do serviço	A qualidade da energia se torna uma prioridade, habilitada por uma série de tecnologias digitais, que contribuem para tempos mais rápidos de resposta e maior qualidade do atendimento ao cliente
Otimização do ativo e eficiência operacional	Os processos de negócios possuem acesso limitado à análise operacional	Maior acesso aos dados e análise contribui para a prevenção de falhas e minimiza as interrupções
Capacidades de autocorreção	Foco em minimizar os danos após a detecção de falhas	As tecnologias de monitoramento e controle contribuem para a detecção automática de problemas, contribuindo, assim, para a prevenção de falhas
Resiliência da infraestrutura	Sistema vulnerável a ataques externos e desastres naturais	Resiliente a ataques e desastres naturais devido às capacidades de restauração do sistema

Fonte: USDOE (2008) em (PEREIRA, SILVA, 2018)

Como observam PEREIRA *et al.* (2018) em uma rede de distribuição mais inteligente, as tecnologias digitais e avançadas contribuem para o aumento das capacidades de monitoramento e controle das tecnologias conectadas, que incluem fontes descentralizadas de eletricidade renovável, armazenamento de eletricidade, veículos elétricos e respetiva infraestrutura de carregamento, aplicações mais inteligentes e tecnologias de resposta à demanda. Além disso, a infraestrutura de medição avançada permite uma coleta remota de dados e cria oportunidades para fomentar a conscientização dos usuários com consumo de eletricidade.

TOLEDO (2012) aponta outros benefícios das redes inteligentes para os clientes:

- Possibilidade de participação ativa do consumidor no mercado, atuando como prosumidor;
- Informações em tempo real sobre o serviço prestado e o consumo de energia;
- Melhor planejamento e controle de gastos com energia elétrica e adequação de seu consumo ao orçamento doméstico;
- Mais produtos e serviços oferecidos pela concessionária de energia e seus parceiros;
- Capacidade de gerenciar a carga e de se beneficiar de tarifas diferenciadas de energia, adequadas ao consumo;
- Redução do tempo de atendimento;
- Melhoria na qualidade do serviço prestado;
- Maior privacidade em decorrência da não necessidade de visitas frequentes de funcionários das concessionárias para realizar leituras de dados dos medidores de energia, salvo em casos específicos.

Novamente, no Brasil, o desafio é trazer parte da população para o século XXI e permitir que os consumidores de energia de baixo poder aquisitivo usufruam de todos os benefícios apontados pelos autores.

3.1.2 Recursos Energéticos Distribuídos - RED

Para TOLMASQUIM *et al.* (2020), RED podem ser definidos como dispositivos de geração e/ou armazenamento de energia localizados nas instalações de um consumidor ou no sistema de distribuição. Esses dispositivos respondem às demandas locais, parcial ou totalmente, e podem injetar energia na rede sob certas condições.

Para Li *et al.* (2019), os RED desempenham um papel cada vez mais dominante, afetando a forma como a eletricidade é gerada, distribuída e consumida. O ritmo acelerado de implantação dos RED é impulsionado por incentivos políticos/regulatórios e pelos avanços tecnológicos.

Por sua vez, a ANEEL (2021b) na abertura de tomada de subsídios para o recebimento de contribuições sobre propostas de modelos regulatórios para a inserção de RED esclarece que os RED, tais como geração distribuída, sistemas de armazenamento de energia, veículos elétricos e programas de resposta da demanda, assim como as microrredes e usinas virtuais têm o potencial de alterar a tradicional lógica de

planejamento centralizado da expansão e operação das redes de distribuição, trazendo o consumidor para o centro da questão e inserindo novas camadas de complexidade para a gestão do setor elétrico.

No Anexo 1, da nota técnica (ANEEL, 2021b), são apresentadas várias definições para RED, segundo diferentes instituições dedicadas ao tema e que serão apresentadas a seguir. Conforme os autores do referido anexo isso acontece devido à inexistência de um consenso sobre tecnologias e serviços que compõem os RED.

O MIT (2016), os definem como qualquer recurso localizado no sistema de distribuição com capacidade de fornecer serviços de eletricidade. Já a Comissão Federal de Regulação de Energia (*Federal Energy Regulatory Commission - FERC*) considera RED quaisquer pequenos recursos de geração geograficamente dispersos localizados na rede de distribuição (FERC, 2018). O Operador Independente do Sistema de Eletricidade (*Independent System Electric Operator - IESO*) da província de Ontário no Canadá, por sua vez define os RED como recursos de geração de eletricidade ou cargas controláveis conectadas a um sistema de distribuição local ou a uma instalação localizada dentro do sistema de distribuição local (IESO, 2020). Por fim, a União de Redes de Energia (*Energy Networks Association - ENA*) do Reino Unido os classifica como pequenos recursos de geração, demanda, ou armazenamento conectados à rede de distribuição (ENA, 2020).

FERC (2018) considera que são recursos energéticos distribuídos os empreendimentos de geração de energia elétrica conectados à rede de distribuição, sistemas de armazenamento distribuído de energia e programas de eficiência energética e de resposta da demanda. A Agência Australiana de Energia Renovável (*Australian Renewable Energy Agency - ARENA*) e a Comissão Australiana de Mercados de Energia (*Australian Energy Market Commission - AEMC*) também consideram veículos elétricos e medidores inteligentes como RED (ARENA, 2018; AEMC, 2020).

MIT (2016) alerta para essas diferenças na classificação dos RED e considera geração distribuída, armazenamento distribuído, e resposta de demanda como RED. Esta última em particular, como aponta EPE (2019), costuma ser tratada juntamente com medidas de eficiência energética como um único subconjunto nos grupos dos recursos energéticos distribuídos. Os veículos elétricos, por poderem ser enxergados como cargas flexíveis ligadas à rede de distribuição e por terem a

capacidade de ofertarem serviços de rede, também podem ser classificados como recursos energéticos distribuídos (MIT, 2016).

Serão apresentados, a seguir, de forma resumida, os principais RED¹³, conforme elencados por ANEEL (2021b). As microrredes e as usinas virtuais foram incluídas porque as atividades e modelos de negócios desenvolvidos nesses sistemas dependem da implantação de RED.

a) Geração distribuída – GD

Para (MIT, 2016, apud TOLMASQUIM *et al.* 2020) a geração distribuída é a geração de energia elétrica próxima ao consumidor final para atender às suas necessidades de consumo; os consumidores podem ou não vender o excedente de energia às concessionárias locais de eletricidade. As tecnologias de microgeração são, por exemplo, turbinas eólicas, pequenas centrais hidrelétricas (PCH), bombas de calor, painéis solares fotovoltaicos, microturbinas, motores de combustão interna e calor e energia combinados.

Uma fonte renovável em destaque no Brasil é a solar, devido ao grande aumento do número de painéis solares fotovoltaicos instalados no país, nos últimos anos.

ANEEL (2021b) seguem na mesma linha, mas mencionam o prosumidor. Segundo esses autores, Em geral, a geração distribuída pode ser definida como a geração de energia elétrica a partir de pequenas plantas produtoras instaladas em pontos próximos às unidades consumidoras e conectadas diretamente ou indiretamente aos sistemas de distribuição, através das instalações dos consumidores¹⁴. A geração distribuída pode ser usada para o autoconsumo ou ser injetada pelo prosumidor na rede de distribuição.

Ainda segundo os mesmos autores, a geração distribuída pode ser útil para atendimento à demanda de ponta ou para operação em períodos de blecaute. Os também podem contribuir para aumentar a oferta de energia elétrica em regiões remotas, onde a geração

¹³ Este trabalho não tem o objetivo de estudar em detalhes os RED.

¹⁴ Os autores incluem a seguinte nota de rodapé: 2A maior parte dos estudos mencionam a GD local, isto é, instalada dentro da unidade consumidora beneficiada pelo excedente da autogeração. Contudo, é possível também haver geração distribuída mais afastada da carga, como nos casos da geração compartilhada e do autoconsumo remoto.

por plantas convencionais, tipicamente centralizadas, incorrem em elevados custos de investimentos em redes de transmissão e distribuição.

Já PEREIRA *et al.* (2018) fazem uma abordagem mais ampla. Para esses autores, as tecnologias de geração distribuída constituem um componente-chave da transição da energia, graças ao inerente potencial de estarem mais próximas das cargas de uso final e conectadas a redes de distribuição de baixa tensão. Como fonte de eletricidade, os geradores distribuídos são complementares a grandes centrais hidrelétricas, permitindo novas aplicações e contribuindo para uma comunidade crescente de consumidores que, também eles, produzem eletricidade.

Para Pepermans *et al.* (2005, apud PEREIRA *et al.* 2018) o conceito de geração distribuída tem sido definido e associado à ideia de geração de eletricidade em pequena escala. Para Dulão *et al.* (2014, apud PEREIRA *et al.* 2018) as características adicionais incluem sua instalação próxima ao ponto de consumo, flexibilidade em termos de instalação e conexão da rede e intermitência associada à disponibilidade do recurso primário de energia utilizado para a geração, como é o caso das energias solar e eólica que são altamente intermitentes.

Segundo ANEEL (2012) a **microgeração distribuída** é definida como a central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras. E a **minigeração distribuída** é definida como a central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5MW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras

A difusão dos RED é um caminho sem volta e o expressivo crescimento da geração distribuída, em especial a solar, é um exemplo. O Brasil vive um crescimento expressivo da micro e mini GD baseada em sistemas fotovoltaicos. Segundo (GREENER, 2021b), o número de unidades consumidoras com painéis fotovoltaicos passou de 1,8 mil em 2015 para 532 mil em junho de 2021. Em relação ao ano de 2020 (dezembro) o crescimento foi

de 40%. O mesmo estudo indica que a maioria é de instalação para geração própria (86%) e que a geração compartilhada e múltiplas unidades consumidoras continuam com baixa representatividade. As soluções coletivas, geração compartilhada ou em condomínios, representam apenas 1%. Além disso, as instalações estão concentradas nas regiões com maior poder aquisitivo¹⁵ (EPE-EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2021).

Os sistemas atuais são soluções individuais e atendem ao consumidor com capacidade financeira para arcar com os custos e conseguir financiamento nos bancos comerciais. Considerando um consumo residencial médio mensal de 186,3 kWh (dentro da faixa de consumo com direito a descontos na conta de energia pela tarifa social – Tabela 6), o custo do projeto completo de um sistema de energia solar fotovoltaica residencial (inclusos instalação e materiais) é de, aproximadamente, R\$15.818,78, considerando a utilização de um gerador de 2,03 kWp (PORTALSOLAR, 2021). Este valor representa 14,38 salários mínimos¹⁶ o que torna uma opção distante para os consumidores de baixa renda.

Outra questão que envolve a GD fotovoltaica são os subsídios cruzados. A atual estrutura de mini e micro geração distribuída criou um subsídio cruzado que onera as tarifas de energia elétrica dos consumidores de mais baixa renda e concede um claro benefício àqueles que têm condições financeiras de custear instalações de geração fotovoltaica para produzir sua própria energia e às empresas que implantam essas usinas (LEITE *et al.*, 2021).

No modelo em vigor, os consumidores que instalam sistemas de GD fotovoltaicos não pagam parte dos custos das redes elétricas que utilizam, encargos setoriais e outros componentes tarifários que todos os demais consumidores pagam (ABRADEE,2021).

LEITE *et al.* (2021) calcularam que, em 2021, o peso dos subsídios para a GD chegava a aproximadamente R\$ 2,5 bilhões concedidos a cerca de 120 mil beneficiários que investiram na tecnologia e alertaram que no fim de 2020 os subsídios presentes nas contas de energia para subsidiar as tarifas de aproximadamente 11,3 milhões de consumidores

¹⁵ Outros fatores, além do poder aquisitivo, influenciam a decisão para instalação do sistema fotovoltaico. Por exemplo, a radiação solar e os incentivos estaduais.

¹⁶ Considerando o valor de R\$1.100,00 para o salário mínimo federal em outubro de 2021.

de baixa renda foram da ordem de R\$ 2,6 bilhões. Os autores concluem que os consumidores pagam quase o mesmo valor para subsidiar quem precisa e quem não precisa.

b) Sistemas de armazenamento de energia

Para TOLMASQUIM *et al.* (2020) os sistemas de armazenamento são sistemas que transformam eletricidade em uma forma física de armazenamento. Segundo Gallo *et al.*; Kyriakopoulos *et al.* (2016, apud TOLMASQUIM *et al.* 2020) é possível classificar tais sistemas em armazenamento mecânico, eletroquímico, químico, elétrico e térmico. Já para Zakeri *et al.* (2015, apud TOLMASQUIM *et al.* 2020) os sistemas de armazenamento podem ser cobrados nos momentos em que o excedente de eletricidade renovável é gerado, armazenando energia para uso durante os períodos em que os recursos renováveis são escassos. Por fim, para Luo *et al.* (2015, apud TOLMASQUIM *et al.* 2020) o desenvolvimento de mecanismos de armazenamento em grande escala tem o potencial de agilizar a integração de energias renováveis variáveis, sem aumento significativo nas emissões de gases de efeito estufa, como as emitidas por termelétricas quando colocadas em operação.

Segundo ANEEL (2021b), os sistemas de armazenamento distribuído são tecnologias e dispositivos que armazenam energia para sua utilização em um momento posterior, reduzindo o consumo da eletricidade proveniente da rede de distribuição. Esses sistemas podem aumentar a segurança energética e otimizar a operação dos sistemas de fornecimento de energia. Além disso, utilização de baterias, uma das maneiras de se armazenar de maneira distribuída a energia, permite a disponibilização do acesso à energia elétrica em regiões remotas ou não conectadas à rede.

O armazenamento distribuído possibilita a criação de novas formas de negócio entre consumidores e distribuidoras de energia elétrica. Algumas tecnologias de armazenamento já se encontram em estado avançado de aplicação e já são utilizadas comercialmente (ANEEL, 2021b).

c) Veículos elétricos

Em uma visão mais ampla, TOLMASQUIM *et al.* (2020) abordam o conceito de mobilidade elétrica (ME). Para esses autores, a ME proporciona um duplo benefício ao meio ambiente. Além de ajudar a reduzir as emissões de gases poluentes (particularmente em países onde a geração de energia é alimentada por fontes de energia renováveis), a ME pode facilitar a integração de fontes de energia intermitentes com sistemas elétricos.

Por sua vez, OLIVEIRA *et al.* (2021) abordam a ME no contexto da transição energética e a possibilidade de contribuir para o maior protagonismo do consumidor. Para os autores A transição energética vivenciada no Século XXI não diz respeito somente às fontes de energia utilizadas, mas busca, também, promover uma transformação nas formas de transmitir, distribuir e consumir energia. Para tal, as tecnologias adotadas neste processo estão baseadas em quatro pilares, os chamados “4Ds”: descarbonização, descentralização, digitalização e democratização.

Neste sentido, a ME vem se constituindo como uma tendência global. O setor de transporte é responsável por 23% das emissões de CO₂ no mundo (IEA, 2021) e, segundo a IRENA (2019), o uso de fontes de energia renováveis combinado à eletrificação da matriz de transporte, assim como da indústria, pode reduzir em até 75% as emissões de carbono relacionadas ao consumo de energia elétrica.

Prosseguem OLIVEIRA *et al.* (2021) na análise. Além disso, o fato de os veículos elétricos funcionarem como recursos de produção e armazenamento energético permite que o consumidor possua um papel mais ativo no sistema e auxilie na descentralização da energia (E+ Transição Energética, 2020). Por outro lado, a crescente digitalização da ME (eletromobilidade) garante a otimização do uso destes veículos, uma vez que é possível gerenciar automaticamente o seu carregamento e uso final (E+ Transição Energética, 2020). Inclusive, as tecnologias de digitalização já são aplicadas para permitir a automatização de veículos.

Já ANEEL (2021b) trata mais diretamente dos veículos elétricos. Para esses autores, o conceito de veículos elétricos (VE) engloba toda a gama de veículos leves com a finalidade de transportar passageiros ou carga, movidos inteira ou parcialmente por energia elétrica armazenada em baterias internas recarregáveis. Podem ser considerados

VE os automóveis puramente elétricos, também chamados de veículos elétricos a bateria (VEB) e os veículos híbridos *plug-in* (VEHP).

Conforme apontado pelos autores, no que diz respeito ao processo de recarga, existem dois tipos de conexões: Carregamento Inteligente (*Smart Charging-V1G*) e Veículo para a Rede (*Vehicle to Grid - V2G*). O processo de recarga mais utilizado atualmente é o V1G, que consiste em realizar o carregamento das baterias dos veículos elétricos de maneira controlável, com a possibilidade de ser realizada com quatro velocidades distintas: recarga lenta, recarga semirrápida, recarga rápida ou recarga ultrarrápida.

Ainda, para ANEEL (2021b), o desenvolvimento da tecnologia V2G pode permitir que a energia acumulada nas baterias dos veículos seja injetada de forma controlada em sistemas de energia elétrica, possibilitando a alimentação de uma residência ou da rede da distribuidora. Dessa forma, a tecnologia V2G estenderia os conceitos da tecnologia V1G para aplicações que lidam com fluxo bidirecional de energia, ou seja, seria capaz de controlar tanto o processo de injeção quanto o processo de recarga.

Por fim, na visão dos mesmos autores, ainda que o desenvolvimento da tecnologia V2G esteja em um estágio inicial (EPE, 2019), ela tem o potencial de intensificar a atuação de veículos elétricos como RED ao possibilitar a injeção na rede de energia proveniente das baterias dos VE em momentos de grande demanda e congestionamento da infraestrutura de distribuição (RMI, 2016). Dessa forma, no futuro veículos elétricos podem vir a ter comportamento semelhante ao de uma fonte de geração e/ou armazenamento de energia.

No Brasil, o total de VE (elétricos, híbridos e híbridos *plug-in*), em agosto 2021, somavam 54.340 unidades. O estado de São Paulo sozinho contabilizava 18.402 unidades (33,86%). O segundo estado, Minas Gerais, está bem longe com 4.010 unidades (7,38%). Ao se considerar apenas os VEB, que parece ser a opção prioritária da indústria automobilística mundial, o estado de São Paulo continua na frente com 989 unidades (36,06%) das 2.743 unidades em todo o país. O segundo estado, Paraná, contabilizava 398 unidades (14,51%) (NEOCHARGE, 2021).

Ao se focar em São Paulo, apenas nos VEB, é possível observar um retrato da sociedade brasileira, os modelos mais caros representam quase 50% do total: BMW I3 é o modelo

mais vendido com 168 unidades (16,99%); Jaguar Ipace com 93 unidades (9,40%); Porsche Taycan com 86 (8,70%); Audi E Tron com 63 unidades (6,37%); Tesla (vários modelos) com 40 unidades (4,04%) e Mercedes Benz EQC com 20 unidades (2,02%) (NEOCHARGE, 2021).

d) Programas de resposta da demanda

Para Catalão *et al.* (2017, apud TOLMASQUIM *et al.* 2020) os mecanismos de resposta da demanda ajudam a atender às demandas de energia elétrica com qualidade e confiabilidade, permitindo que os consumidores se envolvam ativamente no mercado e participem da integração de sinais de atacado e varejo. Segundo IEC (2012, apud TOLMASQUIM *et al.* 2020), uma das intenções dos programas de resposta da demanda é achatar as curvas de carga do consumidor, deslocando algumas dessas cargas para períodos fora de pico para dotar as operações da rede com maior flexibilidade e eficiência. Outra intenção desses programas é contribuir dinamicamente para o equilíbrio entre suprimentos e demandas do sistema.

Na visão de CHANTRE *et al.* (2021), à medida que as transformações no setor elétrico se intensificam, em função da inserção de fontes renováveis diversas na matriz, da mudança do comportamento dos consumidores e da difusão acelerada de RED e de tecnologias digitais, o armazenamento de energia se consolida como uma importante ferramenta de flexibilidade ao sistema, considerada o “calcanhar de Aquiles” (mantida a expressão original e as aspas utilizadas pelas autoras) do setor elétrico em transição. Ademais, a vocação para atuação enquanto fonte de oferta e de demanda, o desacoplamento temporal entre a geração e o consumo de eletricidade, bem como o potencial de prestação de serviços ancilares¹⁷ e de postergação de investimentos na rede, são benefícios que reforçam o papel do armazenamento enquanto recurso essencial ao setor elétrico.

¹⁷ Segundo (ONS, 2019), Os serviços ancilares contribuem para a garantia de operacionalidade do Sistema Interligado Nacional (SIN) e, segundo a regulamentação vigente, são constituídos pelos:

- a) controles primário e secundário de frequência das unidades geradoras;
- b) suporte de reativos;
- c) despacho complementar para manutenção da reserva de potência operativa;
- d) autorrestabelecimento parcial e integral; e
- e) Sistema Especial de Proteção – SEP.

Por sua vez, ANEEL (2021b) fazem uma análise bem detalhada dos programas de resposta da demanda baseados em incentivos ou preços, também denominados pelos autores de despacháveis e não-despacháveis.

Controle Direto de Carga: programa em que o operador desliga ou opera remotamente equipamentos elétricos (como aparelhos de ar condicionado ou aquecedores de água) dos usuários, podendo oferecer, em troca, descontos nas faturas. Este programa é usualmente aplicado para o setor residencial e pequenos usuários comerciais. Como exemplo desta experiência, é possível citar o *Air Conditioning Program* oferecido *Baltimore Gas and Electric* e o *Smart Energy Program da Southern Califórnia Edison* (BGE, 2020a; SCE, 2020); Fornecimento contratual interrompível: programa em que os consumidores aceitam desligar elevados montantes de carga em determinado período do dia. Geralmente, esta interrupção é oferecida a grandes clientes industriais e comerciais que possuem geradores reserva e podem ter seu abastecimento interrompido pelo sistema. Em troca os participantes recebem descontos na tarifa ou créditos por concordarem em reduzir a demanda quando solicitados pelo operador (EPE, 2019). Este programa também pode aplicar multas em usuários que não conseguirem reduzir o consumo ou a demanda, como é o caso do *Base Interruptible Program* desenvolvido pela *San Diego Gas and Electric* (SDG&E, 2020);

Mercados de capacidade: programas em que consumidores oferecem reduções de carga aos mercados de capacidade como substituto da geração convencional. O CAISO é um exemplo de agente que possui um mercado de capacidade com o objetivo de balancear a oferta e demanda de energia por meio da contratação de agregadores que se comprometem a reduzir sua demanda (CAISO, 2020);

Serviços Ancilares: programas em que usuários oferecem redução de suas cargas no mercado atacadista de energia através de reservas operacionais ou operação em modo de *stand by*. Se a oferta for aceita, eles pagam mercado para funcionar como *stand by* por se comprometerem a ficar de prontidão. Se a redução da demanda ofertada for necessária, eles são chamados pelo operador e são remunerados pelo preço spot (EPE, 2019). O CAISO também possui um mercado de prestação de serviços ancilares por meio da contratação de agregadores de RED (CAISO, 2020b);

Programas de Emergência: programas em que os usuários são pagos para que suas cargas sejam reduzidas durante eventos em que o sistema enfrenta condições desfavoráveis. Um exemplo deste tipo de programa pode ser observado através do *Emergency Response Service*, aplicado em sistemas operados pelo Conselho de

Confiabilidade do Texas (*Electric Reliability Council of Texas - ERCOT*) (EPE, 2019; CPOWER, 2017).

Ainda segundo ANEEL (2021b), no que concerne aos programas baseados no segundo tipo, o consumidor responde a sinais de preços sem participar ativamente do mercado de energia.

São apresentados a seguir, conforme Thomas *et al.* (2008, apud ANEEL, 2021b), os tipos de tarifas e práticas considerados como pertencentes ao programa baseados em preços:

Time of Use (TOU): tarifas que aplicam preços distintos pré-estabelecidos durante diferentes períodos do dia (tipicamente divididos em períodos de ponta e fora-ponta). A divisão dos períodos é normalmente realizada em função da variação do preço de energia ao longo do dia;

Real Time Pricing (RTF): tarifas em que os preços variam para refletir as condições enfrentadas em tempo real no mercado atacadista de energia. Os consumidores são usualmente informados sobre os valores das tarifas com antecedência que variam de forma diária ou horária. Este modelo tarifário reflete para os consumidores o custo da energia e do sistema de maneira mais acurada e, assim, oferece maiores incentivos para redução e modulação da carga. No entanto, esta opção exige maior engajamento e monitoramento do consumidor;

Critical Peak Pricing (CPP): consiste na aplicação de tarifas que aumentam o preço significativamente durante eventos críticos. Tipicamente, o número de horas por ano em que as tarifas são mais elevadas é limitado. Além disso, os participantes de programas de CPP são informados geralmente com um dia de antecedência da ocorrência de um evento crítico;

Peak Time Rebate (PTR): os consumidores são beneficiados por meio da aplicação de créditos ou descontos para reduzirem o consumo durante um evento crítico. Se os clientes não reduzirem a demanda, nesses períodos, simplesmente pagam a tarifa sem o desconto, que também é aplicada nas horas do dia que não são de período crítico.

Com relação à complexidade tarifária e o comportamento do consumidor, GLICK *et al.* (2014) argumentam que estruturas de tarifas sofisticadas podem estimular tecnologias e serviços inovadores que, por sua vez, podem propiciar ganhos para os consumidores e as

distribuidoras ao mesmo tempo em que oferecem uma experiência simples para o cliente. E para isso é preciso encontrar maneiras de gerenciar a complexidade da experiência do cliente, a Figura 22 sintetiza essa visão. Ainda segundo esses autores, o cliente residencial típico deseja economizar dinheiro sem sacrificar tempo ou comodidade.

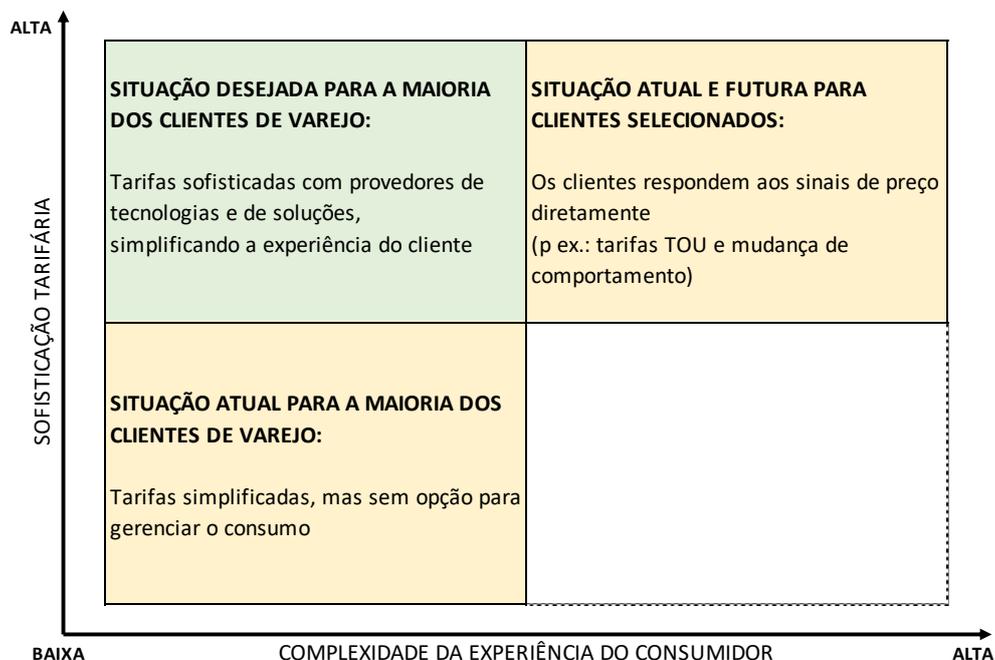


Figura 22 Sofisticação tarifária x Complexidade da experiência do consumidor

Fonte: adaptado de (GLICK *et al.*, 2014)

Para GLICK *et al.* (2014) pode haver uma situação em que todos ganham, os provedores de serviço podem obter receita por meio do serviço que oferecem, o cliente pode obter valor por meio de uma fatura mensal mais baixa e a concessionária e a rede elétrica podem reduzir os custos por meio de um sistema operado de forma mais eficiente.

e) Microrredes

Com a difusão de RED as redes elétricas tradicionais precisam ser repensadas. Para BELLIDO (2018) a atual rede elétrica de distribuição possui limitações à integração das fontes renováveis, uma vez que, dada sua intermitência, aleatoriedade e incerteza, poderiam prejudicar o desempenho do sistema, impactando negativamente no consumidor. Nesse sentido, uma solução tecnológica que garanta não só o desempenho

apropriado do sistema, mas também, que ajude na construção desta nova rede elétrica ativa seriam as microrredes.

Para Planas *et. al.* (2014, apud BELLIDO 2018), as microrredes são tecnologias que surgem como uma solução prática, confiável e limpa na tarefa de integrar a GD renovável (e outros RED) ao sistema de distribuição porque possuem a capacidade para organizar a expansão, reduzindo a interferência negativa e, podendo acrescentar os benefícios que os RED proporcionam.

Na visão de BELLIDO (2018) a definição de microrrede não faz referência à tecnologia envolvida, motivação, fonte utilizada, qualidade da energia ou escala. Segundo EEM; Soshinskaya, *et. al.*, (2014, apud BELLIDO 2018), não existe tamanho definido para microrredes, este depende, basicamente, das cargas e autonomia requerida, as quais fixam sua potência mínima, podendo variar dos quilowatts (kW) até os megawatts (MW).

BELLIDO (2018) apresenta várias definições para microrredes, citando diversos autores:

- Microrredes podem ser consideradas como “blocos de construção das redes inteligentes” (as aspas são do referido autor) (Bordons, García-Torres & Valverde, 2015; Hatzigiorgiou, 2014; Suryanarayanan, *et. al.*, 2010);
- São entidades únicas controladas, localizadas à jusante da subestação de distribuição, com limites elétricos definidos, constituídos por RED (no original REDs) e cargas (elétricas ou térmicas) e com potencial para operar de maneira não autônoma (conectadas à rede) ou autônoma (desconectadas da rede ou ilhadas) (Chowdhury, Chowdhury & Crossley, 2009; DOE, 2012; Hossain, *et. al.*, 2014; Romankiewicz, *et. al.*, 2013);
- **Segundo o nível de integração e impacto à rede elétrica:** remotas, das concessionárias e instalações (Hossain, *et. al.*, 2014; Suryanarayanan, *et al.*, 2010);
- **Segundo o operador, beneficiário e tamanho do RED:** monopólio do operador do sistema de distribuição, consórcio prosumidor e de mercado livre (Schwaegerl, *et. al.*, 2009);
- **Segundo o nível de tensão:** isoladas, baixa tensão e alimentadoras de média tensão (Soshinskaya, *et. al.*, 2014);
- **Segundo o segmento de aplicação:** comunitária/distribuidora, comercial/industrial, institucional/campus universitário, isoladas e militares (NAVIGANT, 2013b; PIKE, 2012; Pilar, 2011);

- **Segundo a forma de alimentação:** cargas alimentadas individualmente ou geração centralizada (De Castro, 2015);
- **Segundo o modo de controle:** principal, principal virtual (remoto, via comunicação) ou distribuído (De Castro, 2015);
- **Segundo a energia fornecida:** CA ou CC (De Castro, 2015; Planas, *et. al.*, 2014).

Para Hatziargyriou; Wouters, (2014, apud BELLIDO, 2018), as microrredes apresentam três características importantes:

- Integração e controle dos recursos pelo lado da oferta, da demanda e armazenamento de maneira local. Podendo ser implantadas ao nível da distribuição, na média ou baixa tensão;
- Capacidade para operar conectadas ou ilhadas da rede;
- Capacidade de lidar com interesses conflitantes das diferentes partes envolvidas, de modo a chegar a uma operação globalmente ideal para os envolvidos.

O tema é micro, mas é macro a quantidade de definições. Vários autores são citados por (ANEEL, 2021b) na caracterização das microrredes. O referido trabalho começa por considerar a possibilidade de “ilhamento”. A possibilidade de se desconectar da rede da distribuidora e operar de forma “ilhada” da rede principal, talvez seja a principal característica de uma microrrede. Por sua autonomia e capacidade, uma microrrede é enxergada pelo sistema de distribuição como um único agente, independentemente da quantidade de cargas e RED que existam nela.

Segundo Drizard *et al.* (2017, apud ANEEL, 2021b), o processo de “ilhamento” de uma microrrede pode ser realizado de duas formas:

- O **“ilhamento” programado** é determinado pelo agente responsável pelo gerenciamento da rede de distribuição para manter o equilíbrio entre cargas e a geração ou para fins de manutenção. Este tipo de “ilhamento” possui geralmente duração de algumas horas e a preparação para sua realização é iniciada no dia anterior. A microrrede é desconectada da rede de distribuição local de forma a não gerar interrupções ou perturbações para os consumidores;

- O “**ilhamento**” **imprevisto** consiste em fornecer energia em caso de queda de energia. A duração neste tipo de “ilhamento” (aspas deste autor) depende da duração da falha, das características da geração existente na microrrede e da carga do sistema de armazenamento.

Para ANEEL (2021b) existem quatro tipos principais de microrredes:

- **Microrredes de instalações¹⁸ não conectadas à rede principal:** é o tipo mais comum de microrrede, geralmente localizadas em regiões sem acesso à rede de distribuição (Borghese *et al.*, 2017).
- **Microrredes comunitárias não conectadas à rede:** encontradas em ilhas e comunidades remotas sem acesso a rede principal (Cohn, 2020).
- **Microrredes de instalações conectadas à rede de distribuição:** usadas por grandes usuários que demandam maior confiabilidade do sistema, como hospitais (Maloney, 2017).
- **Microrredes comunitárias conectadas à rede de distribuição:** construídas para dar maior segurança no fornecimento de energia elétrica a consumidores individuais, como bases militares (Wood, 2019), ou pequenas municipalidades. Podem também prestar serviços ancilares à rede de distribuição (Wood, 2019)

f) Usinas virtuais

São apresentadas duas definições conforme ANEEL (2021b).

Na primeira definição, para Ropuszynska-*et al.* (2019, apud ANEEL 2021b) as usinas virtuais podem ser definidas como conjuntos de recursos energéticos (em particular unidades de geração, consumidores com carga flexível e, eventualmente, sistemas de armazenamento de energia) localizados em diferentes pontos da rede de distribuição e operados conjuntamente por um operador ou agregador e que pode oferecer serviços à rede e aos demais participantes da usina virtual: (i) comercializar energia ou potência disponível e controlar oferta e demanda de energia e potência em resposta aos sinais de preço; e (ii) prover capacidade ao operador do sistema durante períodos de pico.

¹⁸ Edifícios, universidades, plantas industriais, hospitais etc.

Na segunda definição, para Tejera (2019, apud ANEEL, 2021b) as usinas virtuais são sistemas que agregam *software* e redes inteligentes para despachar remotamente diversos RED e na visão de Asmus (2010, apud ANEEL, 2021b), as usinas virtuais podem ser enxergadas como uma “internet de energia” (aspas no original) que utiliza as redes existentes para personalizar serviços de oferta e demanda de energia elétrica para um consumidor, maximizando o valor tanto para o usuário final quanto para a distribuidora por meio de inovações de *software*.

3.2 Novos modelos de negócio com a difusão de RED

A implantação de redes inteligentes e a difusão de RED propiciam o surgimento de diferentes arranjos comerciais e novos modelos de negócio. Na visão de TOLEDO (2012), as redes inteligentes tendem a provocar essa necessária revolução (quebra de paradigmas e a efetiva inovação do setor elétrico), não apenas técnica e tecnológica, mas também econômica, uma vez que novos modelos de negócios podem ser criados, contribuindo efetivamente para estimular (alavancar, no original) diversos setores da economia. Como reconhecem DANTAS *et al.* (2017), apesar de investimentos em microgeração não serem dependentes da existência de uma rede inteligente, a efetiva difusão de um sistema caracterizado pela presença maciça de RED requer a presença de redes inteligentes capazes de monitorar todos os fluxos de eletricidade em tempo real. Desta forma, observa-se que o estabelecimento de políticas de incentivo à difusão destas tecnologias/medidas exige o desenvolvimento de redes inteligentes.

As transformações prospectadas para o setor elétrico exigirão a formatação de novos modelos de negócios. Neste sentido, vislumbra-se a presença de novos agentes capazes de oferecer novos produtos e serviços de valor acrescentado, bem como novos produtos e sistemas ou mesmo a exploração de soluções e a prestação de serviços (DANTAS *et al.*, 2017). Entretanto, como bem observam TOLEDO (2012) para que tal transformação aconteça, e de maneira efetiva, o consumidor (cliente, no original) deve se apropriar das ferramentas que serão oferecidas, o que acontece somente quando o uso dessa tecnologia faz sentido na sua realidade. Sendo assim, é necessário mapear aspectos do contexto sociocultural dos usuários que podem influenciar o uso e a adoção da tecnologia, de tal forma que sejam devidamente considerados no projeto de soluções tecnológicas.

Surge um novo ambiente de negócios e um consumidor com maior protagonismo em consonância com a tendência de uma sociedade mais conectada e proativa na defesa de seus interesses. Nos países desenvolvidos e no Brasil, para os consumidores com maior poder aquisitivo, o novo ambiente de negócios no setor elétrico já propicia benefícios a esses consumidores. O desafio é fazer com que todos os consumidores possam ter a opção e a possibilidade de também usufruírem desses benefícios.

No caso do setor elétrico que é altamente regulado, as alterações no ambiente regulatório são cruciais para estimular a evolução do setor, em função do papel estratégico que a regulação detém ao viabilizar ou não os novos investimentos, ditando assim o ritmo de introdução das inovações que, em última instância, circunscrevem as novas possibilidades de atividades empresariais (DANTAS *et al.*, 2015).

O que a regulação já permite é a figura do prosumidor e que se torna relevante nesse contexto de mudanças e transformações. Como apontam TOLMASQUIM (2018a), ele ganha maior relevância na medida em que este tipo de agente possui maior controle sobre suas decisões de consumo, seja adotando medidas ativas para regular seu consumo ou através de auto abastecimento. Este tipo de agente pode ainda participar do mercado oferecendo serviços de armazenamento de energia ou de gerenciamento da carga e sendo compensados através de programas de resposta da demanda.

Nos países desenvolvidos onde as mudanças já ocorrem há tempos e com a regulação acompanhando as transformações, existem diversos negócios entre consumidores, conhecidos como *peer to peer* – P2P, intermediados por novos agentes e inovações tecnológicas, como o *blockchain*.

PARK *et al.* (2017) fizeram um estudo comparativo das primeiras experiências de negócios P2P. Segundo eles, em 2014, a Vandebroon, uma *startup* sediada na Holanda, abriu o primeiro mercado *online* de energia do mundo que permitia aos consumidores comprar eletricidade diretamente de produtores independentes. Em outubro de 2015, a *Open Utility* do Reino Unido lançou um serviço usando uma plataforma de comercialização de energia que permite a negociação direta entre consumidores de energia e produtores de energia renovável, sem passar por concessionárias de energia.

Outros projetos semelhantes ocorriam em diferentes partes do mundo, como Alemanha e Estados Unidos.

PARK *et al.* (2017) alertavam que embora estivesse no estágio inicial, esperava-se que o comércio de eletricidade P2P sem a necessidade das concessionárias de energia aumentaria com a difusão das microrrede e à medida que a consciência da economia compartilhada crescesse. Além disso, o uso crescente da energia renovável e o desenvolvimento de tecnologias associadas à Internet iriam acelerar a disseminação do novo modelo de negócio.

Na mesma época, ZHANG *et al.* (2017) apontavam que o modelo de negócio P2P é um novo paradigma de operação do sistema de energia, em que as pessoas podem gerar sua própria energia a partir de fontes de energia renováveis em residências, escritórios e fábricas e compartilhá-la localmente. Os resultados mostraram que, embora muitos projetos se concentrem nos modelos de negócios que atuam de forma semelhante ao papel de um fornecedor tradicional no setor elétrico, também é necessário projetar as redes de comunicação e controle necessárias que possam permitir o comércio de energia P2P em ou entre microrredes locais.

A Tabela 10 a seguir resume o estudo feito por (ZHANG *et al.*, 2017). Das iniciativas listadas apenas uma encerrou as suas atividades. Com um ano de vida a Yeloha parou de operar. Nas palavras de seu fundador, Amit Rosner, ele e seus sócios sabiam que projetar uma rede inteligente democratizada, onde todos poderiam optar pela energia solar era um grande desafio. Então, criaram uma rede de compartilhamento solar. Uma plataforma web desenhada para permitir a quem quisesse optar pela energia solar, mas não tivesse um telhado adequado, poderia comprar a energia de quem produzisse e tivesse um excedente nos seus telhados. Porém, vários fatores limitaram o crescimento e levaram ao encerramento das atividades. Na avaliação dos fundadores alguns fatores deveriam ter sido previstos, mas outros eram menos óbvios.

Os fatores listados são comuns às questões que envolvem a difusão de RED no Brasil. A análise completa pode ser lida em: <https://www.linkedin.com/pulse/lights-out-yeloha-why-we-shut-down-solar-sharing-network-rosner>

- Embora nosso modelo ponto a ponto tenha sido aceito por *hosts* e assinantes com grande entusiasmo, a instalação de sistemas solares "hospedados" em escala dependia de financiamento de projetos de terceiros por bancos ou fundos solares especializados. Pensamos que os altos retornos seriam atraentes o suficiente para os financiadores de projetos se envolverem com uma *startup*, e que dividir grandes instalações entre vários assinantes deveria diversificar e reduzir o risco de crédito de uma forma inteligente. Mas não conseguimos convencer os financiadores de projetos tradicionais a testar nossa tese. Fomos forçados a autofinanciar os primeiros dois projetos como uma prova de conceito, mas não tínhamos os recursos para continuar. Em retrospecto, acho que desistir de garantir diretamente o financiamento de projetos para nosso modelo ponto a ponto marcou o começo do fim;
- Tendo em vista a demanda crescente e a falta de financiamento suficiente, decidimos abrir a rede para que os desenvolvedores de projetos de energia solar pudessem se conectar à nossa rede. O recrutamento de fontes de energia solar em grande escala tinha como objetivo eliminar a necessidade de nosso próprio financiamento de projetos. Mas foi caminho difícil: a parceria com participantes estabelecidos do setor frequentemente exigia um compromisso que não estávamos dispostos a fazer em nossa experiência e oferta voltadas para o consumidor;
- Instabilidade regulatória. Inovar em um ambiente instável foi fatal. Aqui está um exemplo da vida real: imagine assinar uma parceria com uma concessionária e apenas algumas semanas depois colocá-la em compasso de espera indefinidamente porque o limite para novos projetos solares foi atingido em um determinado estado, impedindo que sejam conectados à rede;
- Por fim, a Yeloha fechou porque não conseguimos levantar o financiamento de que precisávamos para expandir nossa rede de forma massiva. O chamado "inverno de capital de risco" de 2016 coincidiu com a turbulência no mercado acionário solar e a falência da SunEdison, investidores de risco fugiram da energia solar e investidores estratégicos focaram sua estratégia na busca de lucratividade.

Outro ponto a destacar é a abrangência das iniciativas, muitas começaram em âmbito nacional e em alguns anos se transformaram em operações globais. A Tabela 10 resume essas iniciativas.

Tabela 10 Iniciativas P2P

Projeto	País	Início	Objetivos	Abrangência
Piclo	RU	2014	Plataforma para comercialização P2P	Global
Vandebron	Holanda	2014	Plataforma para comercialização P2P	Nacional
Smart Watts	Alemanha	2011	Plataforma para otimização do suprimento de energia	Nacional
Yeloha, Mosaic (1)	EUA	2015	Energia solar compartilhada para pequenos consumidores	Regional
Sonnen Community	Alemanha	2015	Plataforma para comercialização P2P com armazenamento	Global
Lichtblick Swarm Energy	Alemanha	2010	Plataforma para comercialização de energia	Nacional
Community First! Village	EUA	2015	Energia compartilhada via doação (para consumidores pobres)	Regional
LO3 Energy (Trans Active Grid)	EUA	2015	Plataforma para comercialização P2P com microrredes usando <i>blockchain</i>	Global
Electron	RU	2016	Medição e faturamento usando <i>blockchain</i>	Global

(1) Encerrou as atividades por falta de financiamento

Fonte: adaptado de (ZHANG *et al.*, 2017)

No Brasil, também já surgem novos arranjos comerciais voltados para beneficiar os consumidores com um custo de energia menor do que o fornecimento tradicional, privilegiando as fontes renováveis e enfatizando aspectos ESG. O próprio órgão regulador (ANEEL) atento a esse movimento, abriu no início do segundo semestre de 2021 uma tomada de subsídios para o recebimento de contribuições sobre propostas de modelos regulatórios para a inserção de RED, incluindo resposta da demanda, usinas virtuais e microrredes, com o objetivo de investigar modelos regulatórios aplicáveis ao contexto brasileiro para a inserção desses recursos com base nas melhores práticas internacionais e considerando seus potenciais impactos no setor elétrico. A ANEEL reconhece que as transformações no setor elétrico já estão em curso, em especial com relação à maior participação do consumidor e o uso de RED, e cabe à agência investigar e debater com a sociedade os possíveis caminhos para a regulação. As contribuições serão utilizadas como

parâmetros para balizar o ritmo, a direção e o grau de profundidade de eventuais intervenções regulatórias da agência (ANEEL, 2021b).

Um exemplo, no caso brasileiro, é a 2W Energia. A empresa se apresenta como sendo a “Segunda Onda do Setor Elétrico”, com o propósito de desenvolver soluções inovadoras, tecnológicas e disruptivas para que o consumidor tenha poder de escolha quando o assunto é energia elétrica. Eles levam informação e ajudam a sociedade a alcançar um consumo mais consciente, mais limpo e mais inteligente. Na visão da empresa, com a democratização do acesso à informação eles reinventarão a relação da sociedade com a energia (2WENERGIA, 2021). O modelo proposto nesta tese procura estender essa solução para os consumidores com baixo poder aquisitivo.

3.3 Considerações finais

O desafio no Brasil e em outros países em desenvolvimento é que toda essa revolução alcance também as classes menos favorecidas. Afinal, energia, maquinário, terra, recursos naturais e capital humano são insumos necessários na cadeia produtiva da economia (WINKLER *et al.*, 2011). Para esses mesmos autores, o acesso a energia limpa e confiável é fundamental para o bem-estar humano e as possibilidades de geração de renda vistas a partir de uma perspectiva familiar.

Para TOMEI *et al.* (2015) os esforços para promover o acesso à energia devem ser mais ambiciosos na qualidade e quantidade de energia fornecida para prover soluções que atendam às necessidades, expectativas e aspirações das classes menos favorecidas. Isso exigirá uma mudança na forma como o acesso é concebido, bem como o reconhecimento da tensão entre a escala do desafio (tecnologias, fluxos financeiros e ambições de atores-chave) e as necessidades específicas dos consumidores de baixo poder aquisitivo, seja para uso doméstico, produtivo ou comunitário.

A partir das experiências e desafios em diferentes países, inclusive o Brasil, foram selecionadas três alternativas de modelos de negócio voltados para os consumidores com menor poder aquisitivo: (i) consumidor tradicional; (ii) prosumidor “individual”; e (iii) prosumidor “coletivo”.

No primeiro caso o consumidor mantém a posição tradicional de apenas consumir e energia; no segundo caso o consumidor se torna um prosumidor, mas atua de forma individual; e no último modelo o consumidor também se torna um prosumidor, mas busca uma solução coletiva.

4 QUAL O MELHOR MODELO PARA QUE OS BENEFÍCIOS DAS NOVAS TECNOLOGIAS CHEGEM A TODAS AS CLASSES SOCIAIS?

Após apresentar as mudanças que estão ocorrendo no mundo e na sociedade, descrever a revolução que os RED está produzindo no setor elétrico, em especial, a relação distribuidor/consumidor e ao mesmo tempo expor a enorme desigualdade social vigente há décadas no país, este capítulo abordará a escolha do melhor modelo de negócio que seja inclusivo.

Inicialmente, será analisado o que vem a ser um modelo de negócio, sua origem e importância no contexto comercial/empresarial. Será enfatizado o método Canvas que é uma ferramenta para auxiliar a construção de um modelo de negócio e que segundo KAMINSKI *et al.* (2014) deve ser simples, relevante e intuitivamente compreensível, mas sem perder a complexidade do funcionamento da empresa.

Na seção seguinte será feita a análise SWOT dos três modelos – consumidor tradicional, prosumidor “individual” e prosumidor “coletivo” – para se identificar as oportunidades e as ameaças do ambiente externo e as forças e fraquezas do ponto de vista interno dos três modelos. A partir da comparação dos três modelos será possível avaliar aquele que apresenta o melhor conjunto de forças e fraquezas para aproveitar as oportunidades e fazer frente as ameaças do ambiente externo.

Na última seção será feita a escolha do melhor modelo de negócio, hierarquizando-se os três modelos de negócio a partir da combinação da análise multicritério AHP e a análise de risco.

4.1 O que é um modelo de negócio?

A expressão modelos de negócio e o seu uso passaram a ficar em evidência com a popularização dos computadores pessoais e, passo seguinte, a utilização das planilhas eletrônicas. Segundo MAGRETTA (2002), antes das planilhas eletrônicas, o planejamento de negócios geralmente significava produzir uma única previsão de caso base. Na melhor das hipóteses, se fazia uma pequena análise de sensibilidade em torno da projeção.

Outros autores têm uma explicação diferente. Segundo Orofino (2011, apud KAMINSKI *et al.*, 2014), a expressão modelo de negócios é recente e ganhou evidência na década de 90 por causa da internet e do surgimento de empresas pontocom.

Apesar dos eventos serem quase concomitantes, o uso disseminado das planilhas eletrônicas começou um pouco antes da onipresença da internet e bem antes do surgimento das empresas pontocom. Entretanto, o uso da expressão, pelo menos aqui no Brasil, se popularizou com a internet e as empresas pontocom que iniciaram uma revolução na forma de se fazer negócio.

Para MAGRETTA (2002), a palavra "modelo" (de negócios) evoca imagens de fórmulas matemáticas e, conseqüentemente, tem um ar de mistério. Entretanto, eles são tudo menos misteriosos. Na verdade, são histórias que explicam como as empresas funcionam. Um bom modelo de negócios responde às perguntas antigas de Peter Drucker¹⁹: quem é o cliente? E o que o cliente valoriza? Também responde às perguntas fundamentais que todo gerente deve fazer: Como ganhamos dinheiro nesse negócio? Qual é a lógica econômica subjacente que explica como podemos agregar valor aos clientes a um custo adequado?

Ainda conforme MAGRETTA (2002), um modelo de negócios de sucesso representa um caminho melhor do que as alternativas existentes. Pode oferecer mais valor para um determinado grupo de clientes ou pode substituir completamente a maneira antiga de fazer algo e se tornar o padrão para a próxima geração de empreendedores.

Em OVANS (2015) são apresentadas diferentes visões do que é e como pode ser usado um modelo de negócio. Christensen *et al.* (2008, apud OVANS 2015) procura ajudar o leitor a entender como um modelo de negócios melhor em um mercado existente se torna uma inovação disruptiva e procura também tornar mais fácil descobrir como o modelo de negócios de um novo participante pode atrapalhar o modelo existente. A abordagem começa focalizando a proposição de valor do cliente. Em seguida, identifica os aspectos da fórmula do lucro, os processos e os recursos que tornam a oferta rival não apenas

¹⁹ Peter Drucker foi escritor, professor e consultor e considerado, por muitos, o pai da administração moderna. Ele pode ser encontrado em quase todos os MBAs.

melhor, mas mais difícil de copiar ou responder, por exemplo: um sistema de distribuição diferente; um giro de estoque mais rápido (Kmart) ou uma abordagem de fabricação diferente.

Outros autores, por sua vez, se preocupam em indicar quando um modelo de negócio corre perigo. Para McGrath *et al.* (2011, apud OVANS, 2015)) isso ocorre quando as inovações para as ofertas atuais criam melhorias cada vez menores. Ela também alerta que o empreendedor deve ficar preocupado quando seu próprio pessoal tem dificuldade em pensar em novas melhorias ou seus clientes estão cada vez mais encontrando novas alternativas.

Este é um alerta que pode valer para algumas distribuidoras de energia do país, nas quais os índices de perdas não técnicas são elevados.

Giotra *et al.* (2014, apud OVANS, 2015)) procuram maneiras de pensar em criar um novo modelo alterando o modelo de negócios atual em quatro grandes categorias: mudando o *mix* de produtos ou serviços; adiando decisões; mudando as pessoas que tomam as decisões; e mudando os incentivos na cadeia de valor.

Alguns autores têm abordagens mais práticas, Cassadesus-Masanell *et al.* (2011, apud OVANS, 2015), enfocam as escolhas que os gerentes devem fazer ao determinar os processos necessários para que a empresa entregue o que se propõe a fazer, dividindo-os em: (i) escolhas políticas (como usar trabalhadores sindicalizados ou não sindicalizados; localizando plantas em áreas rurais, incentivando os funcionários a voar em classe econômica); (ii) escolhas de ativos (fábricas, sistemas de comunicação via satélite); e (iii) escolhas de governança (quem tem o poder para fazer as escolhas anteriores).

Considerando que o foco deste estudo são modelos de negócio inclusivos voltados para as classes menos privilegiadas, será utilizado o método Canvas que tem uma abordagem mais visual e interativa e sem os “mistérios” da matemática financeira.

Segundo KAMINSKI *et al.* (2014), um modelo de negócio deve ser simples, relevante e intuitivamente compreensível, mas sem perder a complexidade do funcionamento da empresa. Fruto da tese de doutorado de Osterwalder (2004), o Canvas surgiu como uma

ferramenta para auxiliar a construção de um modelo de negócio que satisfaça a descrição anterior. Gava (2014, apud KAMINSKI *et al.*, 2014) expõe as vantagens do método ao responder: “Quais as principais diferenças e os possíveis benefícios que o desenvolvimento de um modelo de negócios, por meio do método Canvas, pode oferecer em relação ao plano de negócios tradicionalmente produzido pelas organizações?”. Em conjunto com “470 cocriadores”, Osterwalder e Pigneur, baseados nos conceitos de *design thinking*²⁰, escreveram o livro “Business Model Generation” para expor o Canvas de maneira didática.

Ainda conforme KAMINSKI *et al.* (2014), no livro, Osterwalder e Pigneur introduzem uma ferramenta facilitadora denominada O Quadro (Canvas), em que dividem as principais áreas de um negócio (clientes/usuários, produtos/serviços, infraestrutura e viabilidade econômica/financeira) em nove componentes: Proposta de Valor, Segmento de clientes, Canais, Relacionamento com Clientes, Fontes de Receitas, Recursos principais, Atividades principais, Parcerias Principais e Estrutura de Custos. Cada um dos nove blocos envolve uma ou mais áreas da empresa, facilitando, de uma forma visual, enxergar as relações entre os blocos e, conseqüentemente, a atuação de cada um deles visando à entrega de valor para o cliente.

O SEBRAE (2013) desenvolveu uma cartilha para se conhecer o método Canvas. Ela é de fácil leitura, muito visual, com uma linguagem direta e bem prática, como não poderia deixar de ser já que é voltada para as pequenas e médias empresas. Apresento algumas definições constantes na cartilha.

Para Osterwalder (2011, apud SEBRAE, 2013) um modelo de negócios descreve a lógica de criação, entrega e captura de valor por parte de uma organização. Segundo SEBRAE (2013) qualquer negócio é um sistema. Um sistema é a combinação de vários elementos, interconectados, de forma a constituir um todo organizado.

²⁰ Segundo a Endeavour Brasil, *design thinking* é uma abordagem que busca a solução de problemas de forma coletiva e colaborativa, em uma perspectiva de empatia máxima com seus *stakeholders*: as pessoas são colocadas no centro de desenvolvimento do produto – não somente o consumidor final, mas todos os envolvidos na ideia (trabalhos em equipes multidisciplinares são comuns nesse conceito). O processo consiste em tentar mapear e mesclar a experiência cultural, a visão de mundo e os processos inseridos na vida dos indivíduos, no intuito de obter uma visão mais completa na solução de problemas e, dessa forma, melhor identificar as barreiras e gerar alternativas viáveis para transpô-las. Não parte de premissas matemáticas, parte do levantamento das reais necessidades de seu consumidor; trata-se de uma abordagem preponderantemente “humana” e que pode ser usada em qualquer área de negócio.

Entende-se que um negócio é um sistema porque ele é constituído por várias partes ou funções e necessita de todas elas para ser bem-sucedido. Um modelo é uma descrição de um sistema. Essa descrição pode ser feita de forma linear, com textos e número, por exemplo, ou de forma visual, como um desenho, um boneco, um gráfico. O modelo de negócios nesse caso, é a possibilidade de visualizar a descrição do negócio, das partes que o compõem, de forma que a ideia sobre o negócio seja compreendida por quem lê da forma como pretendia o dono do modelo.

Em SEBRAE (2013) há um esclarecimento oportuno entre o que vem a ser um modelo de negócio e um plano de negócio. O modelo descreve a lógica de criação do negócio, quer dizer, mostra que o raciocínio e a interconexão das partes fazem sentido. Nesse ponto, deverá ser muito bem explorada a questão da entrega e captura de valor. A entrega diz respeito à forma de recebimento da oferta pelo cliente e a captura do valor refere-se à possibilidade de receber o retorno de como o cliente está percebendo o que está sendo entregue. O plano de negócios descreve a forma como o negócio será construído, com etapas, prazos, planilhas de custos, receitas etc. Se o modelo de negócios for alterado, o plano de negócios deverá ser alterado também. As duas ferramentas devem manter-se vivas e conectadas.

As vantagens do método Canvas são:

- Pensamento Visual
- Visão sistêmica
- Cocriação
- Simplicidade e aplicabilidade

O Quadro (Canvas) é uma ferramenta para criação de modelo de negócios, que reúne nove blocos que compõem um negócio, agrupados em quatro questões que precisam ser respondidas.

1. Vou fazer o que? Essa resposta será a sua Proposta de Valor.
2. Para quem vou fazer? Aqui, estão incluídos três blocos: segmento de cliente; canais e relacionamento com clientes.
3. Como vou fazer? Descubra quais são os recursos principais; as atividades e os parceiros principais.

4. Quanto? Avalie quais e como serão obtidas as receitas e qual será a estrutura de custos para viabilizar o negócio.

A visão geral do Quadro (Canvas) é apresentada na Figura 23.

O propósito é ajudar na organização das ideias, descobrir que cada bloco está relacionado aos demais e permitir que o empreendedor ajuste o seu modelo quantas vezes for necessário, até conseguir perceber o negócio como um todo.

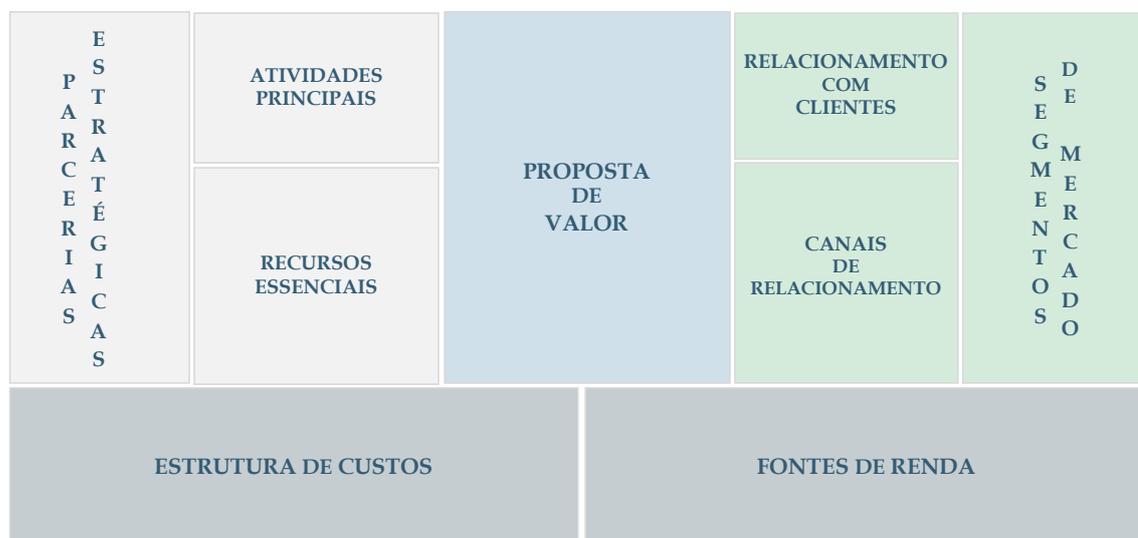


Figura 23 Visão geral do Quadro (Canvas)

Fonte: adaptado de (OSTERWALDER, PIGNEUR, 2011)

4.2 Os três modelos

Considerando o que foi apresentado nos capítulos anteriores, foram definidas três modelos alternativas de modelo de negócio. No primeiro, o consumidor mantém a posição tradicional de apenas consumir a energia e pode ser considerado como o consumidor tradicional. Para representá-lo será utilizada a expressão: *tudo fica como está*. Os dois outros modelos consideram a figura do prosumidor. Com o advento das redes inteligentes e a difusão dos RED o consumidor passou a ter um papel mais proativo na relação com a distribuidora de energia. No segundo modelo, o consumidor se torna um prosumidor, mas atua de forma individual. A expressão escolhida foi: *cada um por si*. No terceiro modelo,

o consumidor também se torna um prosumidor, mas busca uma solução coletiva. A expressão selecionada foi: *a união faz a força*. A Figura 24 resume os modelos.

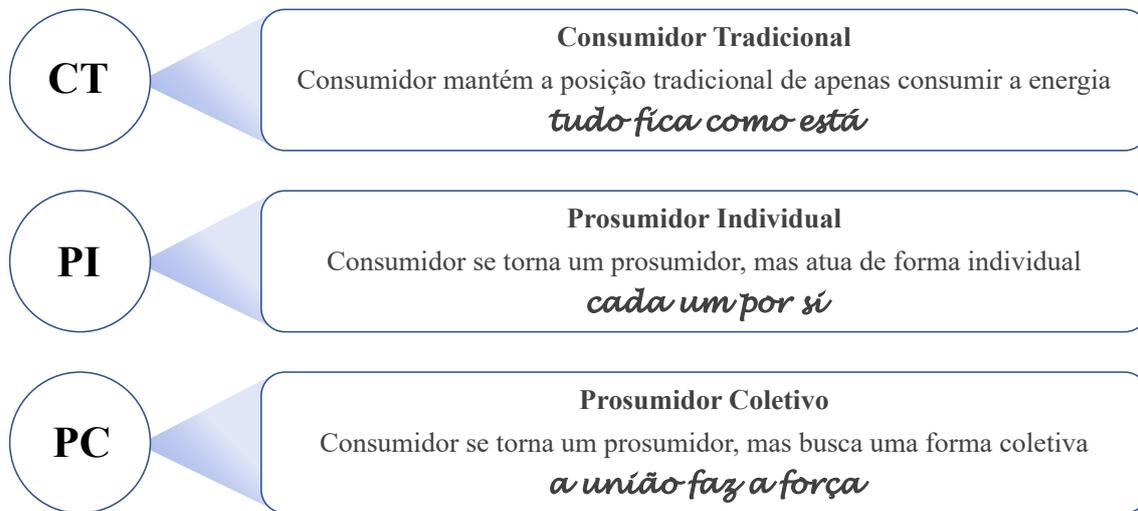


Figura 24 Os três modelos

Fonte: o autor

A formatação dos três modelos, em especial os que consideram a figura do prosumidor, está baseada na ideia de democracia energética e de cidadania energética, conceitos estudados por WAHLUND *et al.* (2022) e que concluíram que os conceitos estão frequentemente ligados à descentralização dos sistemas energéticos. Ryghaug *et al.* (2018, apud WAHLUND *et al.* 2022) apontou que a mudança gradual de locais de produção centralizados e baseados em combustíveis fósseis (nos países desenvolvidos) para sistemas mais descentralizados e distribuídos baseados em energias renováveis provavelmente tornará a produção de eletricidade uma opção natural para um número crescente de pessoas. Mudança associada à difusão de RED, novas tecnologias domésticas, automação e dispositivos domésticos inteligentes.

Para WAHLUND *et al.* (2022) existem quatro maneiras principais pelas quais a maior participação dos consumidores poderá ocorrer: (i) adotar e interagir com tecnologias domésticas de energia renovável de menor escala; (ii) participando de comunidades de energia; (iii) engajar-se em movimentos sociais; e (iv) engajar-se em processos participativos de políticas energéticas.

A pesquisa na literatura feita por WAHLUND *et al.* (2022) revelou três argumentos principais que mostram ser desejável aumentar a participação do consumidor/cidadão na governança do sistema de energia.

Invisibilidade energética: os cidadãos em geral se distanciaram social e psicologicamente dos sistemas de energia centralizados. As tecnologias descentralizadas de energia renovável podem ajudar a aumentar a conscientização e o engajamento.

Participação cidadã na propriedade coletiva: concebida como uma forma de promover serviços acessíveis e garantir que os benefícios coletivos retornem aos membros ou ao Estado. O envolvimento do cidadão por meio da propriedade é visto como um avanço na transição para a energia renovável mais rápido do que será feito por grandes corporações de energia de propriedade privada.

Engajamento: do ponto de vista político, a participação cidadã contribui para a aceitação pública das novas tecnologias e a legitimidade da política energética. Do ponto de vista da democracia energética, a reforma do setor energético serve para inspirar uma cidadania politicamente engajada: cidadãos e não apenas consumidores.

4.3 As vantagens e desvantagens dos três modelos

Considerando-se os objetivos da tese, o detalhamento do modelo de negócio será feito para a alternativa mais promissora, ou seja, aquela mais adequada para que os benefícios da difusão dos recursos energéticos distribuídos cheguem às classes menos favorecidas.

Assim, será feita a análise SWOT dos três modelos – consumidor tradicional, prosumidor “individual” e prosumidor “coletivo” – para se identificar as oportunidades e as ameaças do ambiente externo e as forças e fraquezas do ponto de vista interno dos três modelos.

A partir da comparação dos três modelos será possível avaliar aquele que apresenta o melhor conjunto de forças e fraquezas para aproveitar as oportunidades e fazer frente as ameaças do ambiente externo.

A análise SWOT é uma ferramenta tradicional na avaliação de alternativas de projetos e na tomada de decisão como atestam ÇELIK *et al.* (2012), SANTOS *et al.* (2014) e NJOH *et al.* (2019).

Para a análise SWOT foram considerados o questionário e a análise SWOT desenvolvidos no projeto de P&D ANEEL Modernização das Tarifas de Distribuição de Energia Elétrica, Subprojeto 1: Visão Estratégica Setorial. O questionário teve como objetivo capturar uma amostragem das diferentes visões do setor elétrico quanto à expansão dos RED e a análise SWOT avaliou a participação das distribuidoras no cenário de difusão de RED (TOLMASQUIM, 2018a). Além desses insumos, o autor baseou-se na experiência em mais de 30 anos de atuação no setor elétrico. Por limitações do estudo, não foi realizada um novo questionário para capturar a percepção de outros especialistas.

São apresentadas a seguir, para cada modelo, a matriz SWOT correspondente.

Legenda:

O – Oportunidades

A – Ameaças

FO – Forças

FA - Fraquezas

A Figura 25 apresenta a matriz SWOT para a alternativa “Consumidor Tradicional”.

Consumidor Tradicional

<p>O</p> <ol style="list-style-type: none"> Benefícios econômicos com a regulação tarifária (TSEE – tarifa social); Benefício na tarifa, se houver difusão da GD, com a possibilidade de redução de perdas comerciais (perdas não técnicas) e técnicas (GD de pequeno porte e não concentrada); Não assume responsabilidade de contratação e manutenção dos ativos de REDs; 	<p>A</p> <ol style="list-style-type: none"> Aumento na tarifa com a possibilidade de perda de mercado cativo da D (espiral da morte); Não há estímulo para aumentar o conhecimento: da regulação, das mudanças culturais e preocupações ambientais; Não estimula o empreendedorismo, o protagonismo e a autonomia; Não há oportunidade para a capacitação; Barreiras regulatórias; Podem ficar expostos a falhas na segurança da informação;
<p>FO</p> <ol style="list-style-type: none"> Não há necessidade de investimentos: em conhecimento, financeiros, de tempo 	<p>FA</p> <ol style="list-style-type: none"> Não usufrui das novas tecnologias (RED e renováveis); Sem recursos financeiros e /ou sem acesso a fontes de financiamento; Sem poder de Influência: política, junto ao regulador, aos agentes do setor; Possibilidade de elevação da tarifa de energia elétrica;

Figura 25 Matriz SWOT para a alternativa “Consumidor Tradicional”

Oportunidades

1. Consumidores de baixa renda têm direito a descontos na conta de energia. Segundo (ANEEL, 2021c) Tarifa Social de Energia Elétrica – TSEE foi criada pela Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002. Por meio dela, são concedidos descontos para os consumidores enquadrados na Subclasse Residencial Baixa Renda. A Lei nº 12.212, de 20 de janeiro de 2010 e o Decreto nº 7.583, de 13 de outubro de 2011, regulamentam esse benefício. Os consumidores da subclasse Residencial Baixa Renda são beneficiados com a isenção do custeio da Conta de Desenvolvimento Energético - CDE e do custeio do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA. Além destas isenções, no restante da tarifa residencial são aplicados os descontos, de modo cumulativo, de acordo com a Tabela 11:

Tabela 11 Descontos na conta de energia

Parcela de consumo mensal de energia elétrica	Desconto	Tarifa para aplicação da redução
de 0 a 30 kWh	65%	B1 subclasse baixa renda
de 31 kWh a 100 kWh	40%	
de 101 kWh a 220 kWh	10%	
a partir de 221 kWh	0%	

Fonte: (ANEEL, 2021c)

2. A entrada da GD poderá ser benéfica para as distribuidoras com a redução das perdas comerciais (consumidores migrando para a GD e deixando de furto energia) e técnicas (melhorias na qualidade do fornecimento) e significando uma redução na conta de energia.
3. O consumidor tradicional mantém a postura passiva e não instala em sua unidade consumidora um RED.

Ameaças

1. Com a saída de consumidores das distribuidoras, migrando para os RED diminui a base de clientes das empresas. Além disso, os que permanecem cativos costumam ser aqueles com menor poder aquisitivo, maior dificuldade em pagar a conta e, em alguns casos, propensos a furto energia o que aumenta o valor da tarifa nas revisões tarifárias, incentivando outros consumidores a migrar para os RED, criando um círculo vicioso.

2. O consumidor tradicional mantém a postura passiva e não tem motivação para entender a regulação e se preocupar com as mudanças culturais (postura mais proativa e de independência) e as questões ambientais (opções mais sustentáveis).
3. O consumidor tradicional mantém a postura passiva e sem motivação para o empreendedorismo, maior protagonismo e busca por autonomia em relação à difusão de RED.
4. A mesma postura passiva não estimula a obtenção de conhecimento e a capacitação de mão de obra em novas tecnologias.
5. A falta de motivação por entender a regulação e de protagonismo, mencionados acima, dificultam a defesa do consumidor tradicional em relação a possíveis barreiras regulatórias.
6. As ameaças anteriores podem expor o consumidor tradicional a ataques cibernéticos em sua instalação (medidor inteligente) ou nas distribuidoras (acesso indevido às informações pessoais).

Forças

1. A postura passiva se traz ameaças por outro lado é uma força porque o consumidor tradicional não precisa despende recursos em obter conhecimento (da regulação, por exemplo), financeiros (para implantar RED) ou de tempo (a ser usado em atividades mais prazerosas do que tentar entender a regulação, por exemplo).

Fraquezas

1. O consumidor tradicional perde a oportunidade de usufruir dos possíveis benefícios das novas tecnologias.
2. O consumidor tradicional, de baixa renda, fica sem a possibilidade de obter recursos financeiros para empreender e se capacitar nas novas tecnologias.
3. A postura passiva do consumidor tradicional diminui seu poder de influência para melhorar a sua posição em relação à distribuidora.
4. Como mencionado anteriormente o consumidor tradicional fica mais exposto a aumentos da tarifa e com pouco poder de atuação para reverter a situação.

A Figura 26 apresenta a matriz SWOT para a alternativa “Prosumidor ‘Individual’”.

Prosumidor “Individual”

<p>O</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Consumidor bem informado com acesso a informações e permitindo gerenciar melhor o consumo e em sintonia com as mudanças culturais e as preocupações ambientais; 2. Políticas de incentivo para quem produz energia (mini e microgeração distribuída); 3. Propriedade dos ativos de geração de energia; 4. Subsídios para os REDs; 5. Disponibilidade de tecnologias digitais; 	<p>A</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Assume responsabilidade de contratação e manutenção dos ativos de REDs; 2. Riscos financeiros relacionados à concessão de empréstimos; 3. Barreiras regulatórias, comerciais; 4. Pode ficar exposto a falhas na segurança da informação;
<p>FO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Usufri das novas tecnologias (RED e renováveis); 2. Tarifa diferenciada; 3. Redução da energia contratada; 	<p>FA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sem recursos financeiros e/ou sem acesso a fontes de financiamento; 2. Pouco poder de Influência: política, junto ao regulador, aos agentes do setor; 3. Necessidade de manutenção das instalações de REDs (mão de obra própria ou de terceiros);

Figura 26 Matriz SWOT para a alternativa “Prosumidor ‘Individual’”

Fonte: o autor

Oportunidades

1. O prosumidor “individual” tem uma postura proativa e interesse em saber como gerenciar melhor seu consumo de energia e também para se manter bem informado. É um consumidor mais consciente, antenado com as mudanças culturais e preocupado com as questões ambientais.
2. Desde 2012, com a Resolução Normativa 482 (ANEEL, 2012), os consumidores podem gerar a sua própria energia. Segundo a ANEEL (2021a): “os estímulos à geração distribuída se justificam pelos potenciais benefícios que tal modalidade pode proporcionar ao sistema elétrico. Entre eles, estão o adiamento de investimentos em expansão dos sistemas de transmissão e distribuição, o baixo impacto ambiental, a redução no carregamento das redes, a minimização das perdas e a diversificação da matriz energética”.
3. Ao optar por gerar sua própria energia o prosumidor “individual” pode ter a propriedade dos ativos de geração²¹.
4. O prosumidor “individual” poderá se beneficiar de subsídios criados para a estimular a difusão de RED.
5. As novas tecnologias, incluindo os RED estão associadas às tecnologias digitais que propiciam aos prosumidores acessar as informações e a gerenciar seu consumo de energia.

Ameaças

²¹ Não necessariamente a posse será do prosumidor porque existe a figura da geração compartilhada. Segundo ANEEL (2021a), ela foi criada para propiciar que diversos interessados possam se unir em um consórcio ou em uma cooperativa, instalar uma micro ou minigeração distribuída e utilizar a energia gerada para redução das faturas dos consorciados ou cooperados.

1. O prosumidor “individual” ao optar por ter a posse dos ativos de geração assume a responsabilidade pela contratação e manutenção desses ativos.
2. Idem ao anterior ao assumir a responsabilidade pelo investimento e caso opte por financiar o sistema o prosumidor “individual” fica sujeito aos riscos financeiros associados à concessão do empréstimo.
3. O prosumidor “individual” ao contrário do consumidor tradicional tem a motivação por entender a regulação, mas mesmo assim, por atuar de forma isolada pode ter dificuldade em transpor possíveis barreiras regulatórias e comerciais.
4. O prosumidor “individual” fica sujeito a ataques cibernéticos em sua instalação o que pode provocar interferência na operação e o acesso indevido a informações pessoais.

Forças

1. Por ter uma postura proativa o prosumidor “individual” pode usufruir das vantagens e benefícios das novas tecnologias (RED e renováveis) e, mantendo coerência em suas ações, atuar para enfrentar sua preocupação com as questões ambientais.
2. O prosumidor “individual”, mesmo que permaneça consumindo energia da rede da distribuidora, consegue uma redução no gasto com energia, significando um menor valor na conta de energia.
3. Idem ao anterior.

Fraquezas

1. O prosumidor “individual” tem pouco, ou nenhum, recurso financeiro para arcar com os investimentos necessários e tem dificuldade, ou mesmo não tem acesso, às fontes de financiamento.
2. O prosumidor “individual” pelo seu porte e por atuar de forma isolada tem pouco poder de influência para defender seus interesses junto ao regulador.
3. O prosumidor “individual” caso opte pela propriedade dos ativos será responsável pela manutenção das instalações de RED quer seja executando por conta própria, quer seja com a contratação de terceiros.

A Figura 27 apresenta a matriz SWOT para a alternativa “Prosumidor ‘Coletivo’”.

Prosumidor “Coletivo”

<p>O</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Consumidor bem informado com acesso a informações, permitindo gerenciar melhor o consumo e em sintonia com as mudanças culturais e as preocupações ambientais; 2. Políticas de incentivo para quem produz energia (mini e microgeração distribuída); 3. Propriedade dos ativos de geração de energia; 4. Subsídios para os REDs; 5. Disponibilidade de tecnologias digitais 6. Diversificação de negócios : comercialização de energia. novos serviços e produtos; 7. Mudança do comportamento do consumidor que passa a ser sócio do empreendimento; 8. Estímulo ao empreendedorismo, ao protagonismo e à autonomia; 9. Capacitação da força de trabalho local; 	<p>A</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Competição com outros agentes; 2. Assume responsabilidade de contratação e manutenção dos ativos de REDs; 3. Riscos financeiros relacionados à concessão de empréstimos; 4. Barreiras regulatórias, comerciais e empresariais; 5. Pode ficar exposto a falhas na segurança da informação;
<p>FO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Usufrui das novas tecnologias (RED e renováveis); 2. Tarifa diferenciada; 3. Com recursos financeiros e/ou com acesso a fontes de financiamento; 4. Com poder de Influência: política, junto ao regulador, aos agentes do setor; 5. Redução da energia contratada; 6. Acesso à experiência de outros agentes do setor (nacional e/ou internacional); 7. Participa dos resultados do empreendimento; 	<p>FA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Não oferecer a qualidade de serviço esperada pelo consumidor;

Figura 27 Matriz SWOT para a alternativa “Prosumidor ‘Coletivo’”

Fonte: o autor

Oportunidades

1. O prosumidor “coletivo”, assim como o “individual”, tem uma postura proativa e interesse em saber como gerenciar melhor seu consumo de energia e também para se manter bem informado. É um consumidor mais consciente, antenado com as mudanças culturais e preocupado com as questões ambientais.
2. Para o prosumidor “coletivo” se aplica a análise feita para o “individual”, desde 2012, com a Resolução Normativa 482 (ANEEL, 2012), os consumidores podem gerar a sua própria energia. Segundo a ANEEL (2021a): “os estímulos à geração distribuída se justificam pelos potenciais benefícios que tal modalidade pode proporcionar ao sistema elétrico. Entre eles, estão o adiamento de investimentos em expansão dos sistemas de transmissão e distribuição, o baixo impacto ambiental, a redução no carregamento das redes, a minimização das perdas e a diversificação da matriz energética”.
3. Ao optar por fazer parte de uma solução coletiva para gerar a própria energia o prosumidor “coletivo” poderá ter o direito de ser proprietário de uma parcela dos ativos de geração.
4. O prosumidor “coletivo”, assim como o “individual”, poderá se beneficiar de subsídios criados para a estimular a difusão de RED.
5. As novas tecnologias, incluindo os RED estão associadas às tecnologias digitais que propiciam aos prosumidores acessar as informações e a gerenciar seu consumo de energia.

6. O prosumidor “coletivo” ao fazer parte de um empreendimento com sócios com capacidade financeira e técnica, com potência instalada capaz de gerar excedentes de energia para comercialização no mercado poderá usufruir da diversificação de serviços e produtos que o empreendimento poderá oferecer.
7. É esperado que o prosumidor “coletivo” ao se tornar sócio do empreendimento mude o comportamento em relação ao consumo de energia, se tornando mais consciente e preocupado em cumprir os acordos comerciais.
8. Em associação aos dois itens anteriores, o modelo de negócio do prosumidor “coletivo” estimula o empreendedorismo, a autonomia e uma postura mais proativa.
9. Um dos objetivos do modelo de negócio do prosumidor “coletivo” é usar a força de trabalho local na operação do empreendimento, reforçando o vínculo e a noção de pertencimento à solução adotada.

Ameaças

1. O prosumidor “coletivo” ao integrar um empreendimento que atuará no mercado de energia estará sujeito à competição com outros agentes.
2. O prosumidor “coletivo” participa de um empreendimento que tem a posse dos ativos de geração e que assume a responsabilidade pela contratação e manutenção desses ativos.
3. O prosumidor “coletivo” ao participar de um empreendimento que necessitará de financiamento para a sua implantação ficará, ainda que indiretamente, sujeito aos riscos financeiros associados à concessão do empréstimo.
4. O prosumidor “coletivo”, diferentemente do “individual” e do consumidor tradicional deverá ter menor dificuldade em transpor possíveis barreiras regulatórias e comerciais, uma vez que tem junto de si sócios que conhecem e atuam no setor de energia. Porém, por participar do mercado de energia como mais um agente comercial, poderá se defrontar com barreiras empresariais.
5. O empreendimento ao qual o prosumidor “coletivo” estará associado fica sujeito a ataques cibernéticos em sua instalação o que pode provocar interferência na operação e o acesso indevido a informações pessoais.

Forças

1. Por ter uma postura proativa o prosumidor “coletivo”, assim como o “individual”, pode usufruir das vantagens e benefícios das novas tecnologias (RED e renováveis) e, mantendo coerência em suas ações, atuar para enfrentar sua preocupação com as questões ambientais.
2. O prosumidor “coletivo” poderá usufruir de uma tarifa diferenciada por estar associado a um empreendimento que produz sua própria energia.

3. O prosumidor “coletivo” está associado a um empreendimento cujos sócios têm capacidade para investir e acesso às fontes de financiamento.
4. Da mesma forma, são agentes com poder de influência política. Além de capacidade e recursos para defender seus interesses junto ao regulador e em relação aos outros agentes do mercado.
5. O prosumidor “coletivo” poderá reduzir a energia contratada da distribuidora porque estará ligado a um empreendimento que produzirá energia para atender os prosumidores “coletivos” e gerar excedente para comercializar.
6. O prosumidor “coletivo” poderá se beneficiar da experiência dos sócios do empreendimento, em especial, das empresas de energia, as quais muitas delas hoje pertencem a grandes grupos internacionais.
7. O modelo de negócio do prosumidor “coletivo” prevê que esses prosumidores terão direito aos dividendos dos lucros gerados pelo empreendimento.

Fraquezas

1. Como qualquer agente comercial, o empreendimento ao qual o prosumidor “coletivo” estará ligado, poderá não prestar um serviço na qualidade esperada pelo consumidor.

A análise das três matrizes indica que a melhor alternativa é o modelo de negócio do prosumidor “coletivo” que apresenta um conjunto de oportunidades e forças superior ao conjunto de ameaças e fraquezas.

A análise SWOT do modelo de negócio do prosumidor “coletivo” também é mais favorável quando comparada com as análises dos outros dois modelos de negócio.

A etapa seguinte tentará corroborar o resultado, classificando em ordem de preferência os três modelos por meio da análise conjunta multicritério AHP e de risco.

4.4 A escolha do melhor modelo de negócio

Para hierarquizar os três modelos de negócio será utilizada uma análise conjunta, combinando a análise multicritério AHP e a análise de risco com o objetivo de juntar à comparação par a par dos critérios de primeiro nível uma avaliação de risco dos critérios de segundo nível para quantificar o impacto, a probabilidade e o controle desses critérios.

Assim como a análise SWOT, as análises multicritério e de risco são ferramentas tradicionais na avaliação e priorização de projetos para a tomada de decisão. Diversos autores combinam essas ferramentas, procurando combinar as vantagens das análises qualitativas e quantitativas, entre eles, BRYLA *et al.* (2003), CHANG *et al.* (2006), GÖRENER *et al.* (2012) e YAVUZ (2013).

Para a escolha da melhor alternativa, como já mencionado, foi usada uma abordagem inovadora que combina a análise multicritério AHP com a análise de risco. Um exemplo desta abordagem é o trabalho de (TOLMASQUIM *et al.*, 2020).

O mapa de decisão foi desenhado segundo a estrutura do AHP por ser um método que permite que um problema complexo seja desmembrado em uma estrutura hierárquica de metas; critérios e seus subcritérios; e alternativas a serem priorizadas (FORMAN *et al.* 2001). A análise da hierarquia é feita em uma sequência de comparações aos pares. Para SAATY (1991, apud LIMA *et al.*, 2010), essa abordagem reflete o método natural de funcionamento da mente humana que, diante de um grande número de elementos, os agrega em grupos segundo propriedades comuns.

Assim como na análise SWOT, o autor baseou-se na experiência em mais de 30 anos de atuação no setor elétrico para comparar par a par, segundo o método AHP, as alternativas e determinar os pesos (intensidade, probabilidade, controle) na análise de risco. Por limitações do estudo, não foi considerada a percepção de outros especialistas.

A Figura 28 apresenta o mapa de decisão para se determinar a hierarquia dos modelos de negócio.

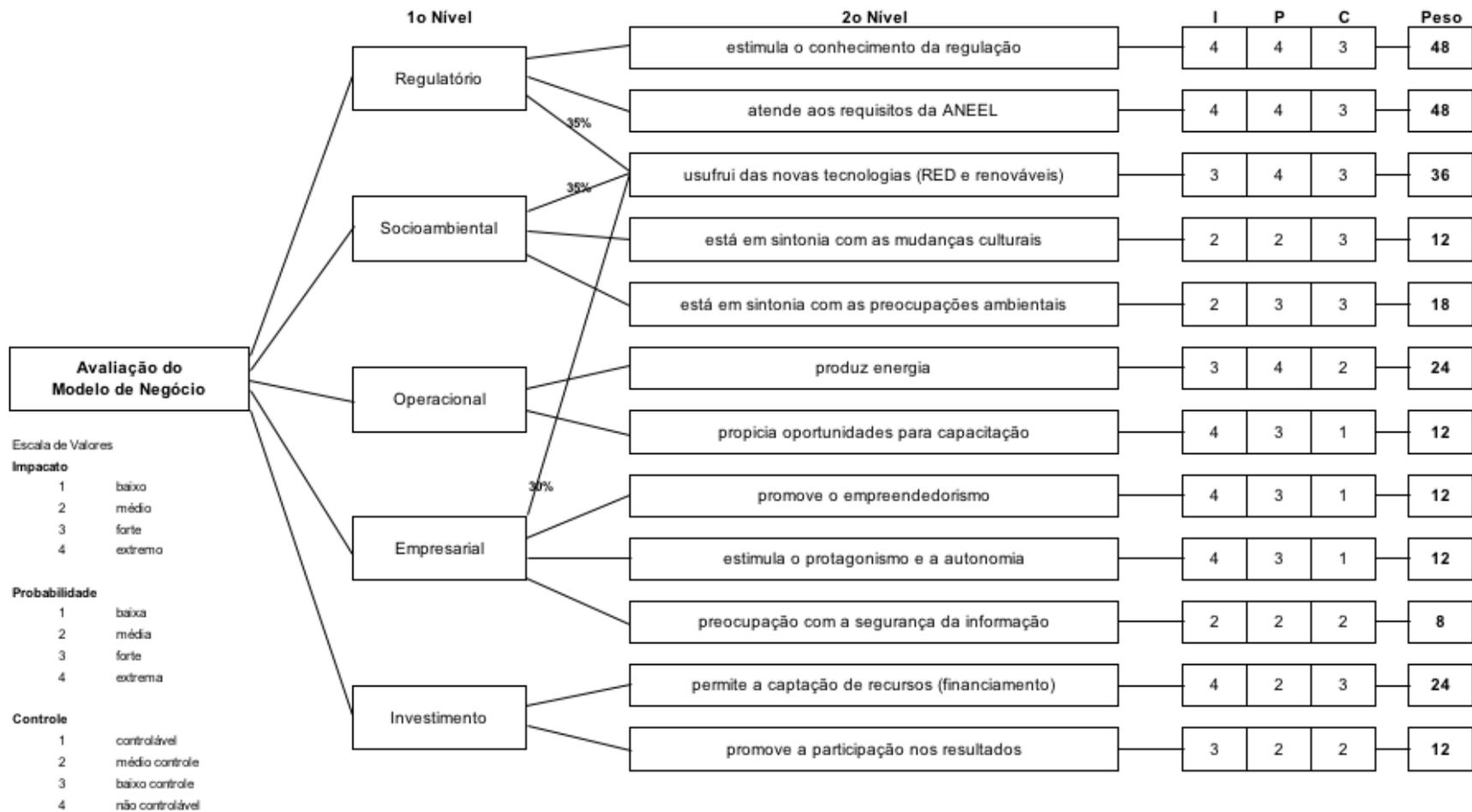


Figura 28 Mapa de decisão

Fonte: o autor

Os critérios de primeiro nível estão divididos em cinco categorias e procuram concentrar os principais pontos de atenção para os consumidores frente à difusão das novas tecnologias (RED, renováveis etc.), a saber:

Regulatório: a energia elétrica é um bem essencial e o setor elétrico opera sob forte regulação;

Socioambiental: toda a cadeia da energia elétrica (produção, transmissão, distribuição, comercialização, consumo) tem impactos sociais e ambientais;

Operacional: }
Empresarial: } critérios associados à ideia de protagonismo dos consumidores.
Investimento: }

Os critérios de segundo nível estão relacionados a cada critério de primeiro nível e procuram detalhar os principais pontos de atenção de cada um deles. Em alguns casos, um critério de segundo nível pode estar ligado (e influenciar) a mais de um critério de primeiro nível.

Regulatório

- Estimula o conhecimento da regulação: independentemente de uma postura proativa ou passiva, conhecer a regulação permite ao consumidor conhecer seus direitos e deveres;
- Atende aos requisitos da ANEEL: o regulador estabelece condições a serem seguidas por todos os agentes;
- Usufrui das novas tecnologias (RED e renováveis): conseguir aproveitar os benefícios da difusão das novas tecnologias é um fator importante para a tomada de decisão. Este critério de segundo nível afeta outros dois critérios de primeiro nível.

Socioambiental

- Usufrui das novas tecnologias (RED e renováveis): ver critério “Regulatório”;
- Está em sintonia com as mudanças culturais: todo e qualquer modelo de negócio precisa estar sintonizado com as mudanças de comportamento dos consumidores;

- Está em sintonia com as preocupações ambientais: idem para as questões ambientais quer seja em âmbito global (mudanças climáticas), quer seja em nível local (emissão de poluentes);

Operacional

- Produz energia: as novas tecnologias trazem com ela a oportunidade da produção de energia por qualquer tipo de consumidor;
- Propicia oportunidades de capacitação: em um país tão desigual e com sérios problemas na educação, qualquer solução que propicie capacitar pessoas pode fazer a diferença.

Empresarial

- Usufrui das novas tecnologias (RED e renováveis): ver critério “Regulatório”;
- Promove o empreendedorismo: o ato de empreender está diretamente associado à ideia de modelo de negócio;
- Estimula o protagonismo e a autonomia: o modelo de negócio deve estar em sintonia com as transformações da sociedade, protagonismo e autonomia são dois atributos em evidência;
- Preocupação com a segurança da informação: os 4Ds – digitalização, descentralização, descarbonização e democratização trazem com eles o desafio de se garantir a segurança dos dados e a integridade da operação do sistema.

Investimento

- Permite a captação de recursos (financiamento): todo e qualquer modelo de negócio que lide com infraestrutura, independente do seu tamanho, necessita de acesso a fontes de financiamento;
- Promove a participação nos resultados: um modelo de negócio inclusivo deve propiciar a distribuição dos benefícios gerados.

A definição dos pesos dos critérios de segundo nível será explicada mais adiante.

Todo o processo da análise conjunta multicritério e risco está descrito no Anexo.

O primeiro passo para a hierarquização dos modelos de negócio é a comparação par a par dos critérios de primeiro nível.

O preenchimento da matriz foi feito respondendo-se a pergunta: o quanto o critério “Regulatório” é mais importante do que o critério “Socioambiental”, segundo a seguinte escala de valores indicada na Tabela 12:

Tabela 12 Escala de valores

(1)	Baixo
(3)	Moderado
(5)	Forte
(7)	Muito forte
(9)	Extremo
(2, 4, 6 e 8)	Valores intermediários
(0)	Não utilizado

Fonte: adaptado de (FORMAN *et al.* 2001)

O processo se repetiu para os demais critérios de primeiro nível. A matriz resultante é apresentada na Tabela 13 abaixo.

Tabela 13 Matriz dos critérios de 1º nível

	R	S	O	E	I
Regulatório (R)	1	5	6	6	2
Socioambiental (S)	0,20	1	1	0,50	0,33
Operacional (O)	0,17	1	1	0,50	0,33
Empresarial (E)	0,17	2	2	1	0,50
Investimento (I)	0,5	3	3	2	1

Fonte: o autor

A partir da matriz de comparação é calculado o autovetor que representa a hierarquia dos critérios de primeiro nível, conforme Tabela 14.

Tabela 14 Hierarquia dos critérios de 1º nível

Critério	Hierarquia	Autovetor
Regulatório	1º	0,50

Investimento	2°	0,23
Empresarial	3°	0,12
Socioambiental	4°	0,08
Operacional	5°	0,07

Fonte: o autor

Foi realizado o teste de consistência do julgamento, conforme sugerido por PAMPLONA *et al.* (1996). O resultado ($0,02 < 0,10$) ficou dentro dos parâmetros de aceitação.

Definida a ordem dos critérios de primeiro nível o passo seguinte é a hierarquização dos critérios de segundo nível associados a cada critério de primeiro nível. Para a definição dos pesos será feita a análise de risco, considerando o impacto (I), a probabilidade (P) e o controle (C) de cada critério de segundo nível.

Regulatório

Ao critério de primeiro nível “Regulatório” estão associados três critérios de segundo nível, conforme Figura 29 abaixo. O critério de segundo nível “usufrui das novas tecnologias (RED e renováveis)” impacta outros dois critérios de primeiro nível. Para o critério de primeiro nível “Regulatório” foi atribuída uma contribuição de 35%.

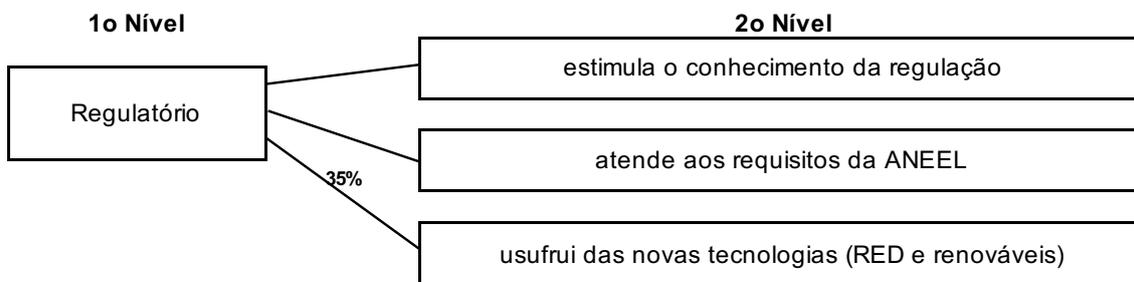


Figura 29 Critério Regulatório e seus subcritérios

Fonte: o autor

A definição dos pesos seguiu a escala de valores da Tabela 15 abaixo.

Tabela 15 Escala de valores

Grau	Impacto (I)	Probabilidade (P)	Controle (C)
1	Baixo	Baixa	Controlável
2	Médio	Média	Médio controle
3	Forte	Forte	Baixo controle
4	Extremo	Extrema	Não controlável

Fonte: o autor

Para o critério de segundo nível “estimula o conhecimento da regulação” foram definidos os seguintes graus.

I: grau 4 (Extremo), considerando que o setor elétrico é altamente regulado e o conhecimento da regulação é um fator decisivo para se escolher a melhor opção;

P: grau 4 (Extrema), pelo motivo acima, a regulação está em constante mudança quer seja por aprimoramentos ou por influência de partes interessadas;

C: grau 3 (Baixo controle), considerando que apesar de ser um fator externo, existe algum controle por parte do consumidor.

Para o critério de segundo nível “atende aos requisitos da ANEEL” foram definidos os seguintes graus.

I: grau 4 (Extremo), considerando que atender aos requisitos do regulador é mandatório;

P: grau 4 (Extrema), idem ao anterior;

C: grau 3 (Baixo controle), considerando que apesar de ser um fator externo, existe algum controle por parte do consumidor.

Para o critério de segundo nível “usufrui das novas tecnologias (RED ou renováveis)” foram definidos os seguintes graus.

I: grau 3 (Forte), considerando que apesar da difusão (irreversível) das novas tecnologias, é possível soluções sem RED ou renováveis;

P: grau 4 (Extrema), considerando que a difusão das novas tecnologias já é uma realidade;

C: grau 3 (Baixo controle), considerando que existe algum controle por parte do consumidor, mas ainda são soluções caras.

Resultando nos pesos apresentados na Figura 30 abaixo.



Figura 30 Peso dos critérios de 2º nível para o critério “Regulatório”

Fonte: o autor

Com os pesos definidos, é possível obter a hierarquia dos critérios de segundo nível para o critério de primeiro nível “Regulatório”, como indicado na Tabela 16.

Tabela 16 Hierarquia dos critérios de 2º nível

Critério	Hierarquia	Autovetor
estimula o conhecimento da regulação	1º	0,44
atende aos requisitos da ANEEL		0,44
usufrui das novas tecnologias (RED ou renováveis)	3º	0,12

Fonte: o autor

O passo seguinte é a comparação par a par dos três modelos de negócio em relação ao critério de segundo nível “estimula o conhecimento da regulação”. A Tabela 17 a seguir apresenta o resultado.

Tabela 17 Comparação dos três modelos

	CT	PI	PC
Consumidor Tradicional (CT)	1	0,14	0,11
Prosumidor “Individual” (PI)	7	1	0,33
Prosumidor “Coletivo” (PC)	9	3	1

Fonte: o autor

O autovetor correspondente é apresentado na Tabela 18 abaixo.

Tabela 18 Hierarquia dos modelos de negócio

Critério	Hierarquia	Autovetor
Prosumidor “Coletivo” (PC)	1º	0,66
Prosumidor “Individual” (PI)	2º	0,29
Consumidor Tradicional (CT)	3º	0,05

Fonte: o autor

O processo se repete para os outros dois critérios de segundo nível associados ao critério de primeiro nível “Regulatório”.

A Tabela 19 apresenta a comparação dos três modelos para o critério de segundo nível “atende aos requisitos da ANEEL”

Tabela 19 Comparação dos três modelos

	CT	PI	PC
Consumidor Tradicional (CT)	1	0,33	0,17
Prosumidor “Individual” (PI)	3	1	0,25
Prosumidor “Coletivo” (PC)	6	4	1

Fonte: o autor

O autovetor correspondente é apresentado na Tabela 20 abaixo.

Tabela 20 Hierarquia dos modelos de negócio

Critério	Hierarquia	Autovetor
Prosumidor “Coletivo” (PC)	1º	0,69
Prosumidor “Individual” (PI)	2º	0,22
Consumidor Tradicional (CT)	3º	0,09

Fonte: o autor

A Tabela 21 apresenta a comparação dos três modelos para o critério de segundo nível “usufrui das novas tecnologias (RED ou renováveis)”

Tabela 21 Comparação dos três modelos

	CT	PI	PC
Consumidor Tradicional (CT)	1	0,17	0,13
Prosumidor “Individual” (PI)	6	1	0,5
Prosumidor “Coletivo” (PC)	8	2	1

Fonte: o autor

O autovetor correspondente é apresentado na Tabela 22 abaixo.

Tabela 22 Hierarquia dos modelos de negócio

Critério	Hierarquia	Autovetor
Prosumidor “Coletivo” (PC)	1º	0,59
Prosumidor “Individual” (PI)	2º	0,34
Consumidor Tradicional (CT)	3º	0,07

Fonte: o autor

A partir do vetor normalizado dos pesos do critério de primeiro nível “Regulatório” e os autovetores das três comparações, é possível determinar a hierarquia dos três modelos para o referido critério de primeiro nível, conforme indicado na Tabela 23.

Tabela 23 Hierarquia dos modelos de negócio para o critério “Regulatório”

Critério	Hierarquia	Autovetor
Prosumidor “Coletivo” (PC)	1º	0,67
Prosumidor “Individual” (PI)	2º	0,26
Consumidor Tradicional (CT)	3º	0,07

Fonte: o autor

Socioambiental

Para o critério de primeiro nível “Socioambiental” estão associados três critérios de segundo nível, conforme Figura 31 abaixo. O critério de segundo nível “usufrui das novas tecnologias (RED e renováveis)” também impacta este critério e a ele foi atribuída uma contribuição de 35%.

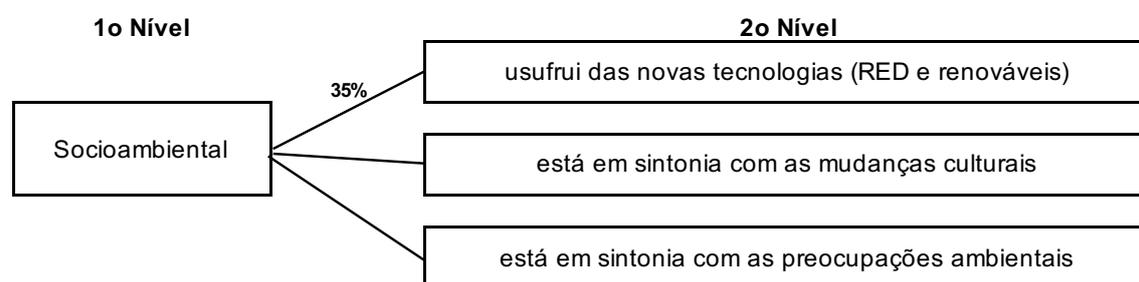


Figura 31 Critério Socioambiental e seus subcritérios

Fonte: o autor

A definição dos pesos seguiu a escala de valores da tabela 15.

Os graus do segundo nível “usufrui das novas tecnologias (RED ou renováveis)” foram definidos no critério de primeiro nível “Regulatório”.

I: grau 3 (Forte), considerando que apesar da difusão (irreversível) das novas tecnologias, é possível soluções sem RED ou renováveis;

P: grau 4 (Extrema), considerando que a difusão das novas tecnologias já é uma realidade;

C: grau 3 (Baixo controle), considerando que existe algum controle por parte do consumidor, mas ainda são soluções caras.

Para o critério de segundo nível “está em sintonia com as mudanças culturais” foram definidos os seguintes graus.

I: grau 2 (Médio), considerando que as mudanças culturais impactam os hábitos de consumo e estimulam uma postura mais proativa por parte do consumidor;

P: grau 2 (Média), considerando que a regulação do setor elétrico vem aos poucos incorporando aprimoramentos que refletem as mudanças culturais;

C: grau 3 (Baixo controle), considerando que apesar de ser um fator externo, existe algum controle por parte do consumidor.

Para o critério de segundo nível “está em sintonia com as preocupações ambientais” foram definidos os seguintes graus.

I: grau 2 (Médio), considerando que as preocupações ambientais impactam os hábitos de consumo e estimulam uma postura mais proativa por parte do consumidor;

P: grau 3 (Forte), considerando que é crescente a preocupação ambiental em todos os segmentos da sociedade, excluindo-se os negacionistas e os oportunistas;

C: grau 3 (Baixo controle), considerando que apesar de ser um fator externo, existe algum controle por parte do consumidor.

Resultando nos pesos apresentados na Figura 32 abaixo.

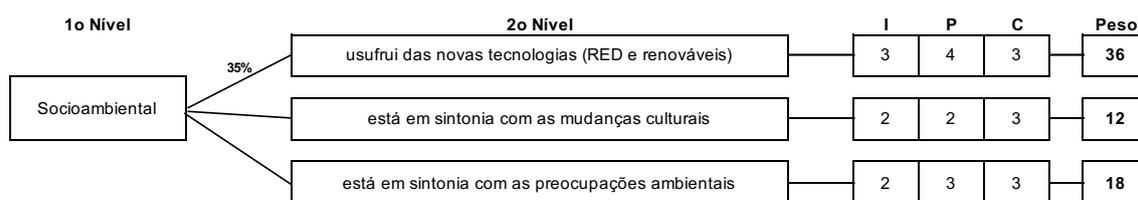


Figura 32 Peso dos critérios de 2º nível para o critério “Socioambiental”

Fonte: o autor

Com os pesos definidos, é possível obter a hierarquia dos critérios de segundo nível para o critério de primeiro nível “Socioambiental”. A Tabela 24 apresenta a hierarquia.

Tabela 24 Hierarquia dos critérios de 2º nível

Critério	Hierarquia	Autovetor
está em sintonia com as preocupações ambientais	1º	0,42

usufrui das novas tecnologias (RED ou renováveis)	2º	0,30
está em sintonia com as mudanças culturais	3º	0,28

Fonte: o autor

O passo seguinte é a comparação par a par dos três modelos de negócio em relação ao critério de segundo nível “está em sintonia com as mudanças culturais”. A Tabela 25 a seguir apresenta o resultado.

A comparação para critério de segundo nível “usufrui das novas tecnologias (RED ou renováveis)” já foi feita no critério de primeiro nível “Regulatório”.

Tabela 25 Comparação dos três modelos

	CT	PI	PC
Consumidor Tradicional (CT)	1	0,2	0,14
Prosumidor “Individual” (PI)	5	1	0,3
Prosumidor “Coletivo” (PC)	7	3	1

Fonte: o autor

O autovetor correspondente é apresentado na Tabela 26 abaixo.

Tabela 26 Hierarquia dos modelos de negócio

Critério	Hierarquia	Autovetor
Prosumidor “Coletivo” (PC)	1º	0,65
Prosumidor “Individual” (PI)	2º	0,28
Consumidor Tradicional (CT)	3º	0,07

Fonte: o autor

O processo se repete para o critério de segundo nível “está em sintonia com as preocupações ambientais”. A Tabela 27 apresenta a comparação dos três modelos para esse critério.

Tabela 27 Comparação dos três modelos

	CT	PI	PC
Consumidor Tradicional (CT)	1	0,25	0,17
Prosumidor “Individual” (PI)	4	1	0,5
Prosumidor “Coletivo” (PC)	6	2	1

Fonte: o autor

O autovetor correspondente é apresentado na Tabela 28 abaixo.

Tabela 28 Hierarquia dos modelos de negócio

Critério	Hierarquia	Autovetor
Prosumidor “Coletivo” (PC)	1º	0,59
Prosumidor “Individual” (PI)	2º	0,32
Consumidor Tradicional (CT)	3º	0,09

Fonte: o autor

A partir do vetor normalizado dos pesos do critério de primeiro nível “Socioambiental” e os autovetores das três comparações, é possível determinar a hierarquia dos três modelos para o referido critério de primeiro nível, conforme indicado na Tabela 29.

Tabela 29 Hierarquia dos modelos de negócio para o critério “Socioambiental”

Critério	Hierarquia	Autovetor
Prosumidor “Coletivo” (PC)	1º	0,61
Prosumidor “Individual” (PI)	2º	0,31
Consumidor Tradicional (CT)	3º	0,08

Fonte: o autor

Operacional

Para o critério de primeiro nível “Operacional” estão associados dois critérios de segundo nível, conforme Figura 33 abaixo.

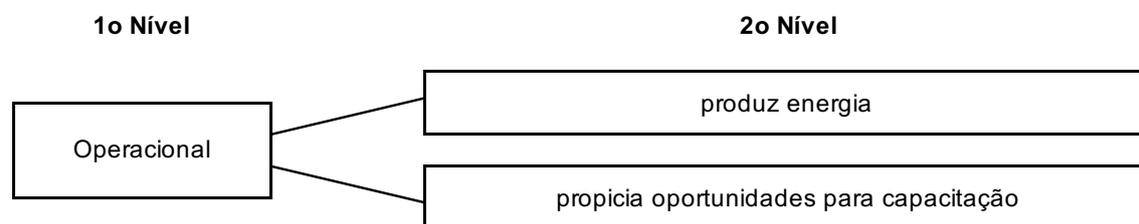


Figura 33 Critério Operacional e seus subcritérios

Fonte: o autor

A definição dos pesos seguiu a escala de valores da Tabela 15.

Para o critério de segundo nível “produz energia” foram definidos os seguintes graus.

I: grau 3 (Forte), considerando que a geração distribuída de energia é uma opção atraente, mas não a única para o consumidor;

P: grau 4 (Extrema), considerando que já é uma realidade e cresce a taxas muito altas se pensarmos na geração fotovoltaica;

C: grau 2 (Médio controle), considerando que não depende apenas do desejo do consumidor, alguns fatores externos são relevantes: regulação, capacidade financeira e acesso a fontes de financiamento.

Para o critério de segundo nível “propicia oportunidades para capacitação” foram definidos os seguintes graus.

I: grau 4 (Extremo), considerando que oportunidades de capacitação são fundamentais em um país desigual como é o Brasil;

P: grau 3 (Forte), considerando que existe uma boa oferta de cursos e oportunidades para capacitação;

C: grau 1 (Controlável), considerando que é um fator interno.

Resultando nos pesos apresentados na Figura 34 abaixo.

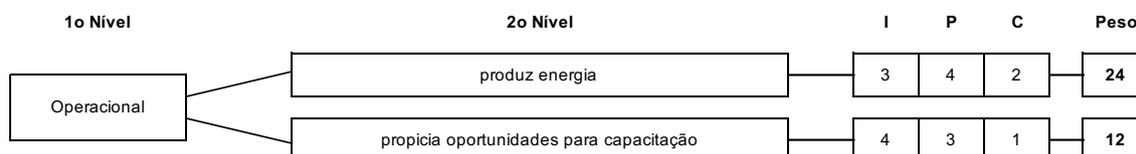


Figura 34 Peso dos critérios de 2º nível para o critério “Operacional”

Fonte: o autor

Com os pesos definidos, é possível obter a hierarquia dos critérios de segundo nível para o critério de primeiro nível “Operacional”, como indicado na Tabela 30.

Tabela 30 Hierarquia dos critérios de 2º nível

Critério	Hierarquia	Autovetor
produz energia	1º	0,67
propicia oportunidades para capacitação	2º	0,33

Fonte: o autor

O passo seguinte é a comparação par a par dos três modelos de negócio em relação ao critério de segundo nível “produz energia”. A Tabela 31 a seguir apresenta o resultado.

Tabela 31 Comparação dos três modelos

	CT	PI	PC
Consumidor Tradicional (CT)	1	0,2	0,11
Prosumidor “Individual” (PI)	5	1	0,25
Prosumidor “Coletivo” (PC)	9	4	1

Fonte: o autor

O autovetor correspondente é apresentado na Tabela 32 abaixo.

Tabela 32 Hierarquia dos modelos de negócio

Critério	Hierarquia	Autovetor
Prosumidor “Coletivo” (PC)	1°	0,71
Prosumidor “Individual” (PI)	2°	0,23
Consumidor Tradicional (CT)	3°	0,06

Fonte: o autor

O processo se repete para o critério de segundo nível “propicia oportunidades para capacitação”.

A Tabela 33 apresenta a comparação dos três modelos para o critério de segundo nível “propicia oportunidades para capacitação”.

Tabela 33 Comparação dos três modelos

	CT	PI	PC
Consumidor Tradicional (CT)	1	0,2	0,11
Prosumidor “Individual” (PI)	5	1	0,25
Prosumidor “Coletivo” (PC)	9	4	1

Fonte: o autor

O autovetor correspondente é apresentado na Tabela 34 abaixo.

Tabela 34 Hierarquia dos modelos de negócio

Critério	Hierarquia	Autovetor
-----------------	-------------------	------------------

Prosumidor “Coletivo” (PC)	1º	0,71
Prosumidor “Individual” (PI)	2º	0,23
Consumidor Tradicional (CT)	3º	0,06

Fonte: o autor

A partir do vetor normalizado dos pesos do critério de primeiro nível “Operacional” e os autovetores das duas comparações, é possível determinar a hierarquia dos três modelos para o referido critério de primeiro nível e indicado na Tabela 35 abaixo.

Tabela 35 Hierarquia dos modelos de negócio para o critério “Operacional”

Critério	Hierarquia	Autovetor
Prosumidor “Coletivo” (PC)	1º	0,71
Prosumidor “Individual” (PI)	2º	0,23
Consumidor Tradicional (CT)	3º	0,06

Fonte: o autor

Empresarial

Para o critério de primeiro nível “Empresarial” estão associados quatro critérios de segundo nível, conforme Figura 35 abaixo. O critério de segundo nível “usufrui das novas tecnologias (RED e renováveis)” também impacta este critério e a ele foi atribuída uma contribuição de 30%.

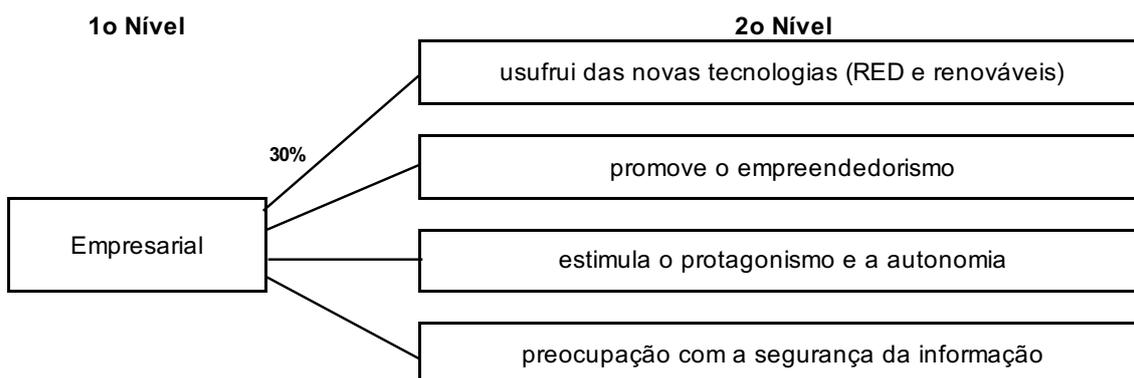


Figura 35 Critério Empresarial e seus subcritérios

Fonte: o autor

A definição dos pesos seguiu a escala de valores da Tabela 15.

Os graus do segundo nível “usufrui das novas tecnologias (RED ou renováveis)” foram definidos no critério de primeiro nível “Regulatório”.

I: grau 3 (Forte), considerando que apesar da difusão (irreversível) das novas tecnologias, é possível soluções sem RED ou renováveis;

P: grau 4 (Extrema), considerando que a difusão das novas tecnologias já é uma realidade;

C: grau 3 (Baixo controle), considerando que existe algum controle por parte do consumidor, mas ainda são soluções caras.

Para o critério de segundo nível “promove o empreendedorismo” foram definidos os seguintes graus.

I: grau 4 (Extremo), considerando que uma postura empreendedora é essencial para que o consumidor possua usufruir dos benefícios das novas tecnologias;

P: grau 3 (Forte), considerando que é crescente o estímulo ao empreendedorismo;

C: grau 1 (Controlável), considerando que é um fator interno.

Para o critério de segundo nível “estimula o protagonismo e a autonomia” foram definidos os seguintes graus.

I: grau 4 (Extremo), considerando que, assim como no critério anterior, o protagonismo e a autonomia são essenciais para que o consumidor possua usufruir dos benefícios das novas tecnologias;

P: grau 3 (Forte), considerando que, assim como no critério anterior, o estímulo ao protagonismo e a autonomia é crescente;

C: grau 1 (Controlável), considerando que é um fator interno.

Para o critério de segundo nível “preocupação com a segurança da informação” foram definidos os seguintes graus.

I: grau 2 (Médio), considerando que existe o perigo de invasão por *hackers* para captura de dados ou interferência no funcionamento;

P: grau 2 (Média), considerando que invasões desse tipo já ocorrem no setor elétrico;

C: grau 2 (Baixo controle), considerando que existem fatores externos que não são controláveis, por exemplo, as ameaças de invasão são crescentes e cada vez mais difíceis de detecção.

Resultando nos pesos apresentados na Figura 36 abaixo.

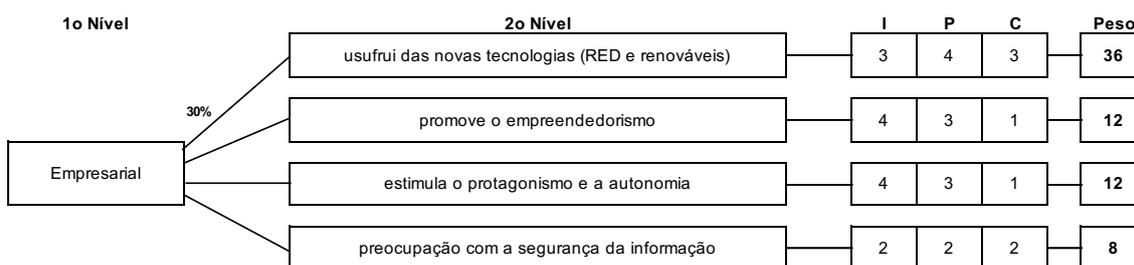


Figura 36 Peso dos critérios de 2º nível para o critério “Empresarial”

Fonte: o autor

Com os pesos definidos, é possível obter a hierarquia dos critérios de segundo nível para o critério de primeiro nível “Empresarial”, como indicado na Tabela 36.

Tabela 36 Hierarquia dos critérios de 2º nível

Critério	Hierarquia	Autovetor
promove o empreendedorismo	1º	0,28
estimula o protagonismo e a autonomia		0,28
usufrui das novas tecnologias (RED ou renováveis)	3º	0,25
preocupação com a segurança da informação	4º	0,19

Fonte: o autor

O passo seguinte é a comparação par a par dos três modelos de negócio em relação ao critério de segundo nível “promove o empreendedorismo”. A Tabela 37 a seguir apresenta o resultado.

A comparação para critério de segundo nível “usufrui das novas tecnologias (RED ou renováveis)” já foi feita no critério de primeiro nível “Regulatório”.

Tabela 37 Comparação dos três modelos

	CT	PI	PC
Consumidor Tradicional (CT)	1	0,17	0,11
Prosumidor “Individual” (PI)	6	1	0,33
Prosumidor “Coletivo” (PC)	9	3	1

Fonte: o autor

O autovetor correspondente é apresentado na Tabela 38 abaixo.

Tabela 38 Hierarquia dos modelos de negócio

Critério	Hierarquia	Autovetor
Prosumidor “Coletivo” (PC)	1º	0,66
Prosumidor “Individual” (PI)	2º	0,28
Consumidor Tradicional (CT)	3º	0,06

Fonte: o autor

O processo se repete para o critério de segundo nível “estimula o protagonismo e a autonomia”.

A Tabela 39 apresenta a comparação dos três modelos para o critério de segundo nível “estimula o protagonismo e a autonomia”.

Tabela 39 Comparação dos três modelos

	CT	PI	PC
Consumidor Tradicional (CT)	1	0,13	0,11
Prosumidor “Individual” (PI)	8	1	0,5
Prosumidor “Coletivo” (PC)	9	2	1

Fonte: o autor

O autovetor correspondente é apresentado na Tabela 40 abaixo.

Tabela 40 Hierarquia dos modelos de negócio

Critério	Hierarquia	Autovetor
Prosumidor “Coletivo” (PC)	1º	0,59
Prosumidor “Individual” (PI)	2º	0,36
Consumidor Tradicional (CT)	3º	0,05

Fonte: o autor

O processo se repete para o critério de segundo nível “preocupação com a segurança da informação”.

A Tabela 41 apresenta a comparação dos três modelos para o critério de segundo nível “preocupação com a segurança da informação”.

Tabela 41 Comparação dos três modelos

	CT	PI	PC
Consumidor Tradicional (CT)	1	0,2	0,14
Prosumidor “Individual” (PI)	5	1	1
Prosumidor “Coletivo” (PC)	7	1	1

Fonte: o autor

O autovetor correspondente é apresentado na Tabela 42 abaixo.

Tabela 42 Hierarquia dos modelos de negócio

Critério	Hierarquia	Autovetor
Prosumidor “Coletivo” (PC)	1º	0,49
Prosumidor “Individual” (PI)	2º	0,43
Consumidor Tradicional (CT)	3º	0,08

Fonte: o autor

A partir do vetor normalizado dos pesos do critério de primeiro nível “Empresarial” e os autovetores das quatro comparações, é possível determinar a hierarquia dos três modelos para o referido critério de primeiro nível, conforme apresentado na Tabela 43.

Tabela 43 Hierarquia dos modelos de negócio para o critério “Empresarial”

Critério	Hierarquia	Autovetor
Prosumidor “Coletivo” (PC)	1º	0,59
Prosumidor “Individual” (PI)	2º	0,35
Consumidor Tradicional (CT)	3º	0,06

Fonte: o autor

Investimento

Para o critério de primeiro nível “Investimento” estão associados dois critérios de segundo nível, conforme Figura 37 abaixo.

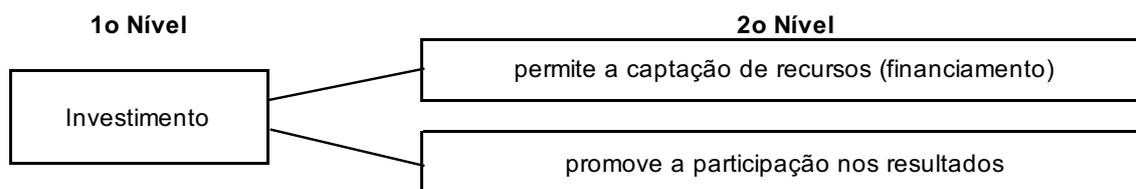


Figura 37 Critério Investimento e seus subcritérios

Fonte: o autor

A definição dos pesos seguiu a escala de valores da Tabela 15.

Para o critério de segundo nível “permite a captação de recursos (financiamento)” foram definidos os seguintes graus.

I: grau 4 (Extremo), considerando que o acesso a recursos financeiros é essencial;

P: grau 2 (Média), considerando que o acesso a fontes de financiamento é difícil e em especial para consumidores de baixa renda;

C: grau 3 (Baixo controle), considerando que é um fator externo ao controle do consumidor.

Para o critério de segundo nível “promove a participação nos resultados” foram definidos os seguintes graus.

I: grau 3 (Forte), considerando que a participação nos resultados pode promover outros critérios, por exemplo, o empreendedorismo e o estímulo ao protagonismo e à autonomia;

P: grau 2 (Média), considerando que ainda é iniciativa incipiente;

C: grau 2 (Médio controle), considerando que é um fator interno, mas dependente de fatores externos.

Resultando nos pesos apresentados na Figura 38 abaixo.

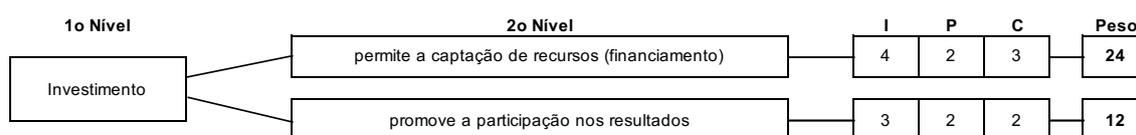


Figura 38 Peso dos critérios de 2º nível para o critério “Investimento”

Fonte: o autor

Com os pesos definidos, é possível obter a hierarquia dos critérios de segundo nível para o critério de primeiro nível “Investimento”, como indicado na Tabela 44.

Tabela 44 Hierarquia dos critérios de 2º nível

Critério	Hierarquia	Autovetor
permite a captação de recursos (financiamento)	1º	0,67

promove a participação nos resultados

2º

0,33

Fonte: o autor

O passo seguinte é a comparação par a par dos três modelos de negócio em relação ao critério de segundo nível “permite a captação de recursos (financiamento)”. A Tabela 45 a seguir apresenta o resultado.

Tabela 45 Comparação dos três modelos

	CT	PI	PC
Consumidor Tradicional (CT)	1	0,25	0,11
Prosumidor “Individual” (PI)	4	1	0,2
Prosumidor “Coletivo” (PC)	9	5	1

Fonte: o autor

O autovetor correspondente é apresentado na Tabela 46 abaixo.

Tabela 46 Hierarquia dos modelos de negócio

Critério	Hierarquia	Autovetor
Prosumidor “Coletivo” (PC)	1º	0,74
Prosumidor “Individual” (PI)	2º	0,19
Consumidor Tradicional (CT)	3º	0,06

Fonte: o autor

O processo se repete para o critério de segundo nível “promove a participação nos resultados”.

A Tabela 47 apresenta a comparação dos três modelos para o critério de segundo nível “promove a participação nos resultados”.

Tabela 47 Comparação dos três modelos

	CT	PI	PC
Consumidor Tradicional (CT)	1	0,33	0,11
Prosumidor “Individual” (PI)	3	1	0,17
Prosumidor “Coletivo” (PC)	9	6	1

Fonte: o autor

O autovetor correspondente é apresentado na Tabela 48 abaixo.

Tabela 48 Hierarquia dos modelos de negócio

Critério	Hierarquia	Autovetor
Prosumidor “Coletivo” (PC)	1º	0,77
Prosumidor “Individual” (PI)	2º	0,16
Consumidor Tradicional (CT)	3º	0,07

Fonte: o autor

A partir do vetor normalizado dos pesos do critério de primeiro nível “Investimento” e os autovetores das duas comparações, é possível determinar a hierarquia dos três modelos para o referido critério de primeiro nível, como indicado na Tabela 49.

Tabela 49 Hierarquia dos modelos de negócio para o critério “Investimento”

Critério	Hierarquia	Autovetor
Prosumidor “Coletivo” (PC)	1º	0,75
Prosumidor “Individual” (PI)	2º	0,18
Consumidor Tradicional (CT)	3º	0,07

Fonte: o autor

A etapa final é multiplicar a matriz dos três modelos de negócio versus os critérios de segundo nível pelo autovetor dos critérios de primeiro nível, obtendo-se a hierarquia final dos três modelos de negócio, indicada na Tabela 50 abaixo.

Tabela 50 Hierarquia final dos modelos de negócio

Critério	Hierarquia	Autovetor
Prosumidor “Coletivo” (PC)	1º	0,67
Prosumidor “Individual” (PI)	2º	0,26
Consumidor Tradicional (CT)	3º	0,07

Fonte: o autor

A análise conjunta multicritério e risco indica que a melhor opção de modelo de negócio é a do prosumidor “coletivo”, ratificando a análise SWOT feita anteriormente.

4.4 Considerações finais

A partir da seleção dos três modelos de negócio consumidor tradicional, prosumidor “individual” e prosumidor “coletivo”, as análises SWOT, multicritério e de risco indicaram o prosumidor “coletivo” como sendo o melhor modelo de negócio para fazer frente às mudanças por que passam o setor elétrico, a sociedade e os consumidores/clientes que buscam maior protagonismo, ao mesmo tempo que esse modelo de negócio parece ser uma solução para que essas mudanças alcancem as classes menos favorecidas.

A partir do resultado dessas análises, será detalhada no capítulo 5 uma proposta de modelo de negócio para o prosumidor “coletivo”, que seja inclusivo e propicie a participação de diferentes agentes, permitindo a integração social e reduzindo a desigualdade no país.

5 A PROPOSTA DE UM MODELO INCLUSIVO

As análises desenvolvidas no capítulo anterior indicaram a vantagem do modelo de negócio do prosumidor “coletivo”. Neste capítulo será apresentado um modelo de negócio inovador e que se pretende seja inclusivo, permitindo que os consumidores de baixa renda possam usufruir dos benefícios das novas tecnologias e da difusão dos REDs. Além de contribuir para a redução da desigualdade social ao permitir que essa parcela da sociedade possa participar ativamente da solução, ser remunerada por sua atuação e deixe de ser vista apenas como um problema a ser enfrentado.

O melhor exemplo desta última afirmação é o combate às perdas não técnicas. Na maioria das distribuidoras, o objetivo dessa ação é eliminar o furto de energia e tornar o consumidor regular, com o argumento que ele passará a ter os direitos (e deveres) igual aos demais clientes. Para minorar a dificuldade desses consumidores em pagar a conta de energia são realizadas diversas ações no âmbito do Programa de Eficiência Energética – PEE, tais como troca de lâmpadas e geladeiras por equipamentos mais eficientes no consumo de energia e ações educativas. Porém, são ações que tendem a se repetir no tempo, com uma postura de quem se acha, ou está, em uma posição superior e que espera ao “fazer o bem” essa parcela da população faça o que lhe é exigido, no caso, pagar a conta de energia, sem reclamar.

Algumas iniciativas buscaram soluções mais integradoras. Um exemplo foram as Áreas de Perda Zero – APZs²² implantadas pela Light Serviços de Eletricidade SA ao tempo em

²² O projeto foi desenvolvido em áreas com altos índices de perdas e inadimplência, teve início em agosto de 2012, e consistiu na atuação combinada do uso de novas tecnologias (rede e novos sistema de medição) e de um novo modelo de relacionamento com o cliente com atuação permanente no território.

Cada APZ englobava áreas que contemplavam de 10 a 20 mil clientes. Nessas áreas, eletricitistas e agentes comerciais especialmente capacitados, pertencentes a empresas terceirizadas de pequeno porte, atuavam junto à população. Essas empresas recebiam como incentivo uma proposta de remuneração variável agressiva baseada em resultados, além dos custos fixos necessários para gerir o negócio. Os gestores e profissionais recebiam capacitação através de uma parceria com o SEBRAE e trabalhavam focados na qualidade do serviço, na inspeção e normalização das instalações elétricas, na visita aos clientes para negociação de débitos, orientação sobre o uso eficiente de energia e sobre critérios para obtenção da tarifa social, desenvolvendo uma relação de confiança com a comunidade.

O projeto foi considerado inovador porque criou um novo modelo de relacionamento da empresa, tanto com o cliente quanto para as empresas terceirizadas, neste caso, empresas de pequeno porte. O cliente ganhava um serviço personalizado e com qualidade, equivalente às demais áreas da cidade. A pequena empresa recebia uma série de benefícios como treinamento especializado, ajuda de custo e os bônus pagos pela Light por produtividade (relacionados aos indicadores de perdas comerciais e inadimplência). Para a Light o projeto foi vantajoso por ter obtido êxito em reduzir o furto de energia e a inadimplência em áreas de grande informalidade e complexidade social.

que o Governo do Estado do Rio de Janeiro expandia o programa das Unidades de Polícia Pacificadoras – UPPs. Entretanto, mesmo essas iniciativas que traziam alguma inovação ainda tratavam o consumidor de forma passiva e não buscavam integrá-los à solução.

A proposta da tese é o desenho de um modelo de negócio que além de inovador seja de fato inclusivo. O modelo é baseado no conceito das Parcerias Público Privadas – PPPs. Segundo NUNES (2017), as PPPs podem ser entendidas como o ajuste firmado entre Administração Pública e a iniciativa privada, tendo por objeto a implantação e a oferta de empreendimento destinado à fruição direta ou indireta da coletividade, incumbindo-se a iniciativa privada da sua estruturação, financiamento, execução, conservação e operação, durante todo o prazo estipulado para a parceria, e cumprindo ao Poder Público assegurar as condições de exploração e remuneração pelo parceiro privado, nos termos do que for ajustado, e respeitada a parcela de risco assumida por uma e outra das partes.

A forma como as mudanças regulatórias são implantadas e as políticas públicas são conduzidas impactam na aceitação por parte do público e dos consumidores. ZAWADZKI *et al.* (2022) pesquisaram os fatores que influenciam a aceitação por parte da sociedade das políticas públicas para uma transição energética sustentável e alertaram que se a aceitação de uma política pública pela sociedade é baixa, ela pode impedir o seu progresso de diferentes maneiras. Para esses autores, a aceitação de uma política pública por parte das pessoas influencia a forma como elas se comportam quando a mesma é implantada, ou seja, podem recusar-se a cumpri-la ou comportar-se de forma oposta ao esperado.

O modelo de negócio desenvolvido nesta tese procura garantir a aceitação dos consumidores para a solução proposta. Conforme exposto por ZAWADZKI *et al.* (2022) na conclusão dos seus estudos, para alcançar com sucesso a transição energética sustentável, é fundamental que as políticas públicas sejam vistas como aceitáveis pelo público.

5.1 Uma parceria entre o público e os privados

O modelo de negócio do prosumidor “coletivo” procura integrar o consumidor de baixa renda à solução, tornando-o sócio do negócio. O modelo de negócio parte da criação de

uma empresa de propósito específico – SPC (na sigla em inglês - *special purpose company*) que será a responsável por construir, operar e manter uma usina de geração de energia elétrica. É esperado que seja uma usina que use fontes renováveis – solar e/ou eólica, para que o empreendimento tenha acesso a fontes de financiamento específicas, tais como, títulos verdes²³ e as linhas de financiamento socioambiental do BNDES.

O empreendimento terá como sócios: (i) G - governo (em seus diferentes níveis: federal, estadual, municipal); (ii) E - empresa(s) de energia; (iii) C - consumidores de baixa renda que serão atendidos diretamente pela energia da usina; e (iv) O - outros agentes que queiram se juntar ao negócio (pessoas físicas ou jurídicas). O governo, a empresa de energia e os outros serão os sócios investidores, ou seja, serão os responsáveis por todo o investimento na usina. O governo poderá contribuir por meio de linhas de financiamento específicas e/ou isenções fiscais e tributárias. Os consumidores de baixa renda farão parte da sociedade sem a obrigação de aportar recursos financeiros.

A capacidade da usina deverá ser suficiente para atender aos sócios consumidores de baixa renda e produzir energia excedente para comercialização no mercado livre. Os consumidores de baixa renda poderão ser capacitados para integrar as equipes de operação e manutenção da usina e, assim, oferecer oportunidade para a ocupação da mão de obra local. Nesta ação, o governo poderá também contribuir, oferecendo cursos de especialização por meio de diversas instituições, tais como, SENAI, SEBRAE etc.

A comercialização da energia excedente poderá ser feita por meio de uma comercializadora pertencente ao grupo de energia responsável pelo investimento. A empresa de energia também será responsável pela operação e manutenção da usina e por gerenciar os consumidores de baixa renda que vierem a integrar as equipes de O&M.

²³ Títulos Verdes (*Green Bonds* para o mercado internacional) são Títulos de Renda Fixa utilizados para captar recursos com o objetivo de implantar ou refinar projetos ou ativos que tenham atributos positivos do ponto de vista ambiental ou climático. Os projetos ou ativos enquadráveis para emissão destes títulos podem ser novos ou existentes e são denominados Projetos Verdes.

Os Títulos Verdes caracterizam-se, também, por financiarem projetos ou ativos de longo prazo, tornando-se uma alternativa importante para estimular e viabilizar iniciativas e tecnologias com adicionalidades ambientais positivas nos diferentes tipos de organização e também para atrair investidores institucionais, tais como fundos de pensão, fundos de previdência, seguradoras e gestores de ativos de terceiros (*asset managers*) (FEBRABAN, CEBDS, 2016).

É aberta a possibilidade de participação no investimento de pessoas físicas ou jurídicas. Os objetivos são múltiplos: (i) diversificar e democratizar o empreendimento; (ii) permitir que pessoas e empresas preocupadas com os impactos de empreendimentos nas esferas ambiental, social e de governança (conhecidos pela sigla em inglês ESG – *environmental, social, governance*) possam atuar proativamente como sócios; (iii) contribuir para a redução da desigualdade social aproximando os diversos segmentos da sociedade.

Na governança do empreendimento, os sócios investidores integrarão o bloco de controle e indicarão os membros do conselho de administração (CA) de forma proporcional ao capital investido. Os consumidores de baixa renda poderão indicar um representante para participar do CA. O conselho de administração será responsável por definir a estrutura de comando da SPC e nomear os ocupantes.

É esperado que os consumidores de baixa renda que serão atendidos pela usina e participarão do negócio terão um incentivo econômico para consumir a energia de forma consciente porque quanto mais energia excedente maior a possibilidade de ganho para o empreendimento, significando melhores dividendos. Este incentivo deve evitar comportamentos ofensivos à rede de energia, tais como o furto de energia, porque será do interesse de todos.

Para evitar que algum consumidor tenha uma posição egoísta e tente se beneficiar dos dividendos e ao mesmo tempo reduzir seu consumo por meio do furto de energia poderá ser adotada uma solução via *blockchain*²⁴. O *blockchain* está associado ao *bitcoin*²⁵ e permite que este seja negociado sem que os participantes da negociação conheçam a identidade ou idoneidade das partes envolvidas e sem a intermediação de uma entidade

²⁴ *Blockchain* é um livro-razão compartilhado e imutável que facilita o processo de registro de transações e rastreamento de ativos em uma rede de negócios. Um ativo pode ser tangível ou intangível. Praticamente qualquer coisa de valor pode ser rastreada e negociada em uma rede *blockchain*, reduzindo riscos e cortando custos para todos os envolvidos (GUPTA, 2020).

²⁵ Bitcoin é uma moeda digital lançada em 2009 por uma pessoa (ou pessoas) conhecida apenas pelo pseudônimo Satoshi Nakamoto. Ao contrário das moedas tradicionais emitidas por bancos centrais, os bitcoins não têm autoridade monetária central. Ninguém o controla. Bitcoins não são impressos como dólares ou euros; eles são "minerados" por pessoas (e cada vez mais por empresas) que executam computadores em todo o mundo que usam software para resolver quebra-cabeças matemáticos. Em vez de depender de uma autoridade monetária central para monitorar, verificar e aprovar transações e gerenciar o suprimento de dinheiro, o bitcoin é habilitado por uma rede de computador ponto a ponto composta pelas máquinas de seus usuários (GUPTA, 2020).

centralizadora e validadora da negociação²⁶. O *blockchain* poderia ser usado para coibir a fraude, permitir a rastreabilidade do consumo e dar transparência para que cada consumidor tenha a certeza de que nenhum consumidor/sócio tenha um comportamento egoísta. Porém, a forma de implantação desse sistema não é objeto desta tese.

Os benefícios esperados para os integrantes do empreendimento são apresentados na Tabela 51 abaixo.

Tabela 51 Benefícios esperados

Governo (G)	<ul style="list-style-type: none"> • Combate à desigualdade social e à desordem urbana; • Geração de empregos; • Aumento da arrecadação;
Empresas de energia (E)	<ul style="list-style-type: none"> • Oportunidades de novos negócios; • Redução da inadimplência; • Combate ao roubo de energia;
Consumidores de baixa renda (C)	<ul style="list-style-type: none"> • Acesso a uma energia de qualidade; • Estímulo ao empreendedorismo; • Aumento da autoestima (cidadania)
Outros (O)	<ul style="list-style-type: none"> • Oportunidade de negócio; • Acesso a investimento com critérios ESG; • Estímulo à integração e à coesão social.

Fonte: o autor

A Figura 39 a seguir apresenta o diagrama esquemático da SPC com as interrelações entre os *stakeholders* e os arranjos comerciais envolvidos.

²⁶ O *Bitcoin* é construído na base do *blockchain*, que serve como livro-razão compartilhado do *bitcoin*. É possível pensar o *blockchain* como um sistema operacional, como Microsoft Windows ou MacOS, e o *bitcoin* como apenas um dos muitos aplicativos que podem ser executados nesse sistema operacional. O *blockchain* fornece os meios para registrar transações de *bitcoin* no livro-razão compartilhado. Porém, o livro-razão compartilhado pode ser usado para registrar qualquer transação e rastrear o movimento de qualquer ativo, seja ele tangível, intangível ou digital. Por exemplo, o *blockchain* permite que os títulos sejam liquidados em minutos, em vez de dias. Ele também é usado para ajudar as empresas a gerenciar o fluxo de mercadorias e os pagamentos relacionados, ou permite que toda a cadeia de produção possa ser rastreada (GUPTA, 2020).

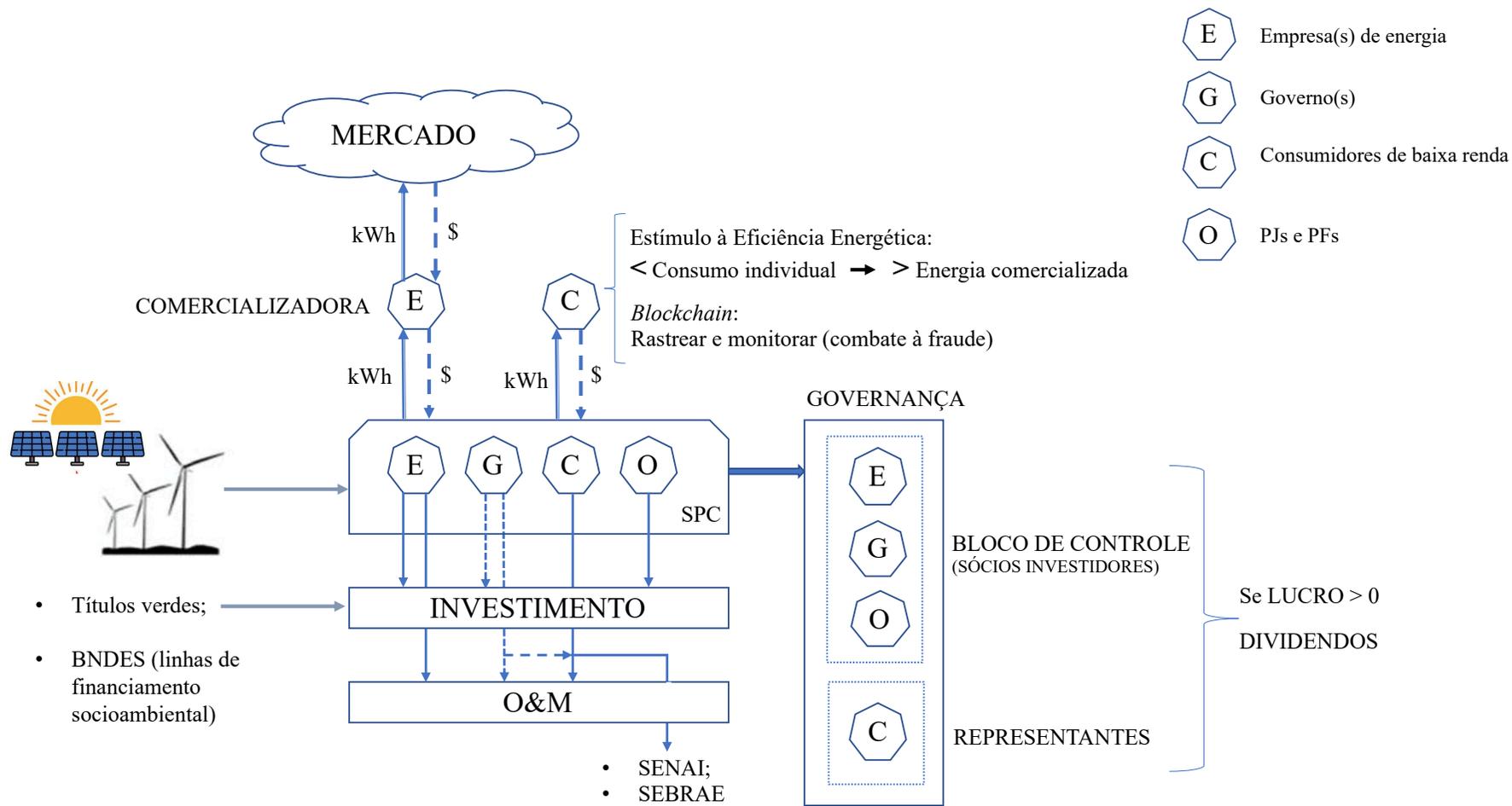


Figura 39 Diagrama esquemático da SPC

Fonte: o autor

O modelo proposto nesta tese tem o foco nos RED, mas nada impede que os sócios investidores da SPC busquem obter ganhos de escala ou mitigar os riscos e optem por usinas geradoras de maior capacidade. No caso de usina solar, poderiam integrar, por exemplo, um complexo fotovoltaico. Este tipo de arranjo consiste em um conjunto de usinas fotovoltaicas (diferentes SPC), compartilhando a mesma infraestrutura de conexão à rede (GREENER, 2021a).

A opção por um projeto solar de geração centralizada já é uma realidade no país. Segundo (GREENER, 2021a), cerca de 4,1 GW entrarão em operação até 2022. No mercado livre (ACL) foram mapeadas 13,3 GW de outorgas para empreendimentos solares (até janeiro de 2021), sendo que, mais de 8,4 GW possuem contratos firmados. No mercado regulado (ACR), dos 4,6 GW mapeados, cerca de 1,2 GW não iniciaram ou ainda estão em fase de construção.

O mesmo estudo, (GREENER, 2021a), relata que 47% dos empreendimentos outorgados possuem porte superior a 100MW e 14% superior a 300MW. Em média os novos empreendimentos dobraram de tamanho em relação às usinas já em operação. O ganho de eficiência com o incremento da escala, na visão dos autores do estudo, tem incentivado os empreendedores a desenvolverem projetos de maior porte, o que otimiza o investimento e os custos operacionais, como mencionado anteriormente.

Porém, o montante de investimento é expressivo. Considerando a faixa de potência de 30 a 49 MW, com maior participação no mercado, seja no ACR (57%) ou no ACL (64%) e um custo de instalação da ordem de 3,16 R\$/Wp (projeto, equipamentos, obras civis e eletromecânicas etc.), o investimento varia de R\$ 95 a 155 Milhões (GREENER, 2021a).

No modelo proposto neste trabalho, os sócios investidores, em especial a empresa de energia, têm conhecimento, capacidade financeira, acesso a fontes de financiamento (p. ex. BNDES) e a mecanismos financeiros (p. ex. debêntures de infraestrutura ou títulos verdes [ver nota 22]).

A depender dos sócios investidores, outros além de governo e empresa de energia, que venham a fazer parte da SPC (p. ex. unidade consumidora com carga mínima de 3MW) seria possível buscar arranjos comerciais para a sociedade que maximizem os resultados:

produção independente equiparada à autoprodução ou autoprodução por locação de ativos por exemplo.

Um outro caminho possível são as parcerias público-privadas (PPP) e diversas soluções começam a ser desenhadas. Por exemplo, o governo do Piauí, no fim de 2020, assinou um contrato de PPP que prevê a construção de oito mini usinas de energia solar em cidades piauienses. Segundo nota divulgada à imprensa no site do governo, serão construídas oito mini usinas com capacidade de produção de 5MW cada. Ao longo de 25 anos de contrato, a concessão vai produzir energia para ser injetada na rede da concessionária Equatorial e será implantado um sistema para gerenciar e compensar a energia produzida e a consumida pelos órgãos da administração estadual, tornando-os autossuficientes no abastecimento (ARAÚJO, 2020).

Em 2019, o governo do Distrito Federal (DF) inaugurou uma usina solar fruto de uma PPP entre o governo, a empresa RZK Energia e a Claro. A energia gerada na usina é injetada na subestação da CEB, distribuidora no DF, e descontada do que for consumido pela empresa de telefonia (BRASÍLIA, 2019).

Mais recentemente, em 2021, o governo de Mato Grosso do Sul autorizou o início dos estudos técnicos destinados à implantação, manutenção e operação de usinas fotovoltaicas no estado. O projeto será uma PPP e as usinas irão atender a demanda energética das estruturas físicas da administração pública, por meio de compensação de créditos e, na visão do governo, com objetivo de promover a sustentabilidade, gerar economia financeira, estimular o investimento em infraestrutura, a eficiência energética e reduzir o uso de combustíveis fósseis (ESTRATÉGICAS, 2021).

Também em 2021, o consórcio Sol da Saúde, formado pela empresa catarinense Quantum e pela Houer Capital, ganhou a licitação de uma PPP para a prefeitura de São Paulo com o objetivo de implantação, operação e manutenção de usinas fotovoltaicas que atenderão a demanda energética de unidades consumidoras vinculadas à Secretaria Municipal da Saúde de São Paulo, incluindo 80 postos de saúde (QUANTUM, 2021).

O BID (2018) em um estudo para o governo do Estado de São Paulo voltado para o desenvolvimento de conhecimento, informações e ferramentas para disseminar o uso de

sistemas de energia solar fotovoltaica em edifícios públicos no estado, no capítulo de modelos de negócio, abordou a opção via PPP. Algumas questões são pertinentes para o modelo de negócio proposto nesta tese.

O estudo aponta que os governos estaduais e municipais recorrem à iniciativa privada para a construção de escolas, hospitais, saneamento básico etc., e também podem utilizar para disseminar o uso de sistemas de energia solar fotovoltaica nos edifícios públicos (BID, 2018).

Porém, ressaltam que não se trata de uma concessão de serviço público porque não há cobrança de tarifa. Segundo o estudo, o enquadramento de PPP possível é a concessão administrativa²⁷ de obra pública. O parceiro privado realiza o investimento na construção do bem público e é remunerado por contraprestação do concedente (BID, 2018).

No caso do relatório em questão, o estado de São Paulo seria usuário do serviço e o setor privado assumiria apenas o serviço de construção e geração de energia, com um plano de investimentos definido e obteria retorno através da cobrança do serviço e não via tarifa.

O BID (2018) alerta que há necessidade de estruturar o edital de licitação para escolher o gerador de energia, agregar diversos edifícios num mesmo contrato e garantir a viabilidade econômica do negócio.

Como mencionado anteriormente, o BID (2018) também considera que o objetivo das contratações podem ser a instalação de equipamentos para geração própria ou a locação de ativos. A geração própria deve ocorrer em terrenos do governo do estado, já a locação de ativos pode ocorrer em terrenos de propriedade de terceiros ou em terrenos públicos cedidos para a instalação dos equipamentos. E complementa que o contrato de locação pode ser vinculado à transferência dos equipamentos instalados para o poder público ao final do contrato.

²⁷ Concessão Administrativa: é aquela em que o pagamento ao setor privado, prestador do serviço, vem unicamente dos cofres públicos;
Concessão Patrocinada: é quando uma parte do pagamento vem dos recursos do governo, ao passo que outra parcela é originária do bolso dos usuários que utilizam o serviço (BID, 2018).

Por fim, é interessante apontar que o mesmo relatório sugere a criação de PPP de geração distribuída com as distribuidoras de energia. Segundo BID (2018), as empresas de distribuição investem muito timidamente em geração distribuída, face a investimentos de não distribuidores. Uma proposta é incentivar que as próprias distribuidoras possam prestar serviços de instalação dos equipamentos para geração distribuída de energia renovável, além de operar e manter as plantas.

5.2 Modelo “on Canvas”

Nesta seção o modelo de negócio será descrito e analisado utilizando-se o método Canvas, conforme detalhado no capítulo 4. Dessa forma, será possível identificar as principais áreas do negócio (clientes/usuários, produtos/serviços, infraestrutura e viabilidade econômica/financeira), segundo os seus componentes: proposta de valor, segmento de clientes, canais, relacionamento com clientes, fontes de receitas, recursos principais, atividades principais, parcerias principais e estrutura de custos.

Proposta de valor

Ao pensar em descrever a proposta de valor a pergunta a ser feita é o que vai ser feito? Conforme SEBRAE (2013), valor é a razão ou o motivo pelo qual as pessoas adquirem os produtos e/ou serviços. E, no caso em estudo, se o empreendimento está atendendo a uma necessidade, resolvendo um problema ou melhorando alguma situação existente.

Nesta mesma cartilha (SEBRAE, 2013), são sugeridos alguns tipos de proposta de valor (novidade, performance etc.) e que foram adotadas neste trabalho com o objetivo de detalhar e identificar essas características no empreendimento em estudo.

- **Novidade:** oferecer um modelo de negócio inovador;
- **Performance:** estimular o empreendedorismo e a capacitação;
- **Customização:** oferecer um modelo de negócio adaptado à realidade dos consumidores de baixa renda;
- **Fazer o que deve ser feito:** estimular o consumo de energia consciente;
- **Marca:** investir em empreendimento com critérios ESG;
- **Preço:** oferecer energia a um preço inferior ao cobrado do consumidor tradicional;

- Redução de custos: oferecer uma solução que permita a redução de custos dos participantes e do próprio empreendimento, melhorando a sua rentabilidade;
- Redução de riscos: oferecer acesso a investimento com bom gerenciamento de riscos;
- Acessibilidade: oferecer um modelo de negócio inclusivo;
- Conveniência: levar novas soluções para velhos problemas.

A próxima pergunta a ser feita é para quem o empreendimento foi pensado? Para respondê-la, três componentes são analisados: Segmentos de Clientes (neste trabalho nomeados como Segmentos de Mercado); Relacionamento com Clientes; Canais (neste trabalho nomeados como Canais de Relacionamento).

Segmentos de Mercado

Segundo SEBRAE (2013), na identificação do mercado a ser atendido deve-se pensar nas seguintes perguntas: os clientes têm um perfil específico? Como eles estão agrupados? Como estão localizados? Há uma necessidade comum?

A partir de uma dica constante da cartilha (SEBRAE, 2013): há sempre um grupo especial de clientes para seu produto ou serviço, o trabalho identifica tanto o mercado consumidor como também os possíveis investidores que poderiam ter interesse em participar do empreendimento.

No consumo:

- Prosumidores “coletivos”;
- Clientes livres;

No investimento:

- Governo (em todos os níveis);
- Grupos empresariais de energia, em especial com altos índices de perdas comerciais e inadimplência;
- PFs e PJs com interesse em investir em projetos com critérios ESG.

Relacionamento com Clientes

Para SEBRAE (2013) a principal questão é saber como o empreendimento fará para conquistar e manter uma boa relação com os clientes, para ampliar as vendas e para que eles não busquem outro fornecedor.

No trabalho, as formas de relacionamento foram separadas entre os prosumidores “coletivos” e os clientes livres porque o tratamento precisa ser diferente.

Prosumidores “coletivos”: equipe capacitada e com experiência no relacionamento com consumidores de baixa renda;

Clientes livres: equipe da comercializadora de energia.

Canais de Relacionamento

Segundo SEBRAE (2013), os canais indicam como o cliente encontrará seus produtos ou serviços. Os canais podem ser operados pelo dono do negócio (canais particulares) ou podem ser operados por meio de parceiros. Em ambos os casos eles podem ser diretos ou indiretos.

- Canais de atendimento do Governo (investidor no projeto);
- Distribuidoras de energia pertencentes ao grupo empresarial investidor;
- Comercializadoras de energia pertencentes ao grupo empresarial investidor.

O próximo componente “Fontes de Receitas” busca identificar como será a entrada do dinheiro, ou seja, responder à pergunta: quanto e como os clientes pagarão pelo serviço oferecido?

Fontes de Receitas

- Venda de serviço para os prosumidores “coletivos”;
- Venda de energia para os clientes livres.

Na cartilha (SEBRAE, 2013) há uma dica (a forma de cobrar deve estar de acordo com o jeito que o cliente gosta de pagar) na qual vale a pena traçar um paralelo com presente trabalho. No setor elétrico, é comum a reclamação por parte do consumidor a dificuldade

de entender a conta de energia. Há muita informação, mas não necessariamente comunicam de forma clara o que interessa ao consumidor.

Entretanto, já existem diversas iniciativas que procuram melhorar a relação fornecedor/consumidor, simplificando a forma de cobrança pela energia (p. ex. *Piclo* no Reino Unido) e oferecendo serviços adequados ao público (p. ex. *Community First! Village* nos EUA), algumas delas usando *blockchain* e contratos inteligentes (ZHANG, WU, *et al.*, 2017). No Brasil, algumas *startups* atuam nesse nicho, oferecendo o serviço de gestão da energia dos clientes (p. ex. GreenAnt (GREENANT, 2021) e Time Energy (TIMEENERGY, 2021)).

O próximo bloco busca responder à pergunta: como fazer? E abrange três componentes: Parcerias Principais (neste trabalho nomeado Parcerias Estratégicas); Atividades Principais; Recursos Principais (neste trabalho nomeado Recursos Essenciais).

Parcerias Estratégicas

Para SEBRAE (2013) é preciso identificar os fornecedores e os parceiros para apoiar a realização da proposta de valor e que seja aliados para otimizar e reduzir riscos do negócio.

No estudo, são parceiros estratégico para o empreendimento:

- ANEEL;
- MME;
- Empresas de Energia;
- BNDES;
- SENAI;
- SEBRAE;
- Universidades.

Atividades Principais

Neste componente, são relacionadas as ações necessárias para a realização da proposta de valor.

- Produzir energia;
- Oferecer energia aos prosumidores “coletivos”;
- Disponibilizar a energia contratada pelos clientes livres.

Recursos Essenciais

Para SEBRAE (2013) devem ser listados os recursos necessários para realizar sua proposta de valor, ou seja, o que é preciso para fazer o negócio funcionar. São recursos típicos: humanos, intelectuais, físicos, financeiros.

No empreendimento em análise, foram identificados:

- Capital próprio dos investidores;
- Linhas de financiamento: instituições governamentais (p. ex. BNDES) e/ou específicas (p. ex. títulos verdes);
- Infraestrutura (instalações e equipamentos) da SPC e da produção de energia
- Conselho de administração;
- Equipes gerenciais e técnicas para operar e manter o empreendimento.

Por fim, o último componente do Canvas “Estrutura de Custos” procura responder a perguntar: quanto custará? Ainda, segundo SEBRAE (2013), é imprescindível identificar todos os custos envolvidos para operação do negócio e para a realização da proposta de valor.

Estrutura de Custos

- Matéria prima (se fonte fóssil);
- Recursos Humanos;
- Manutenção da infraestrutura;
- Comercialização da energia.

A Figura 40 a seguir consolida as informações e apresenta o quadro Canvas do modelo de negócio de prosumidor “coletivo”.

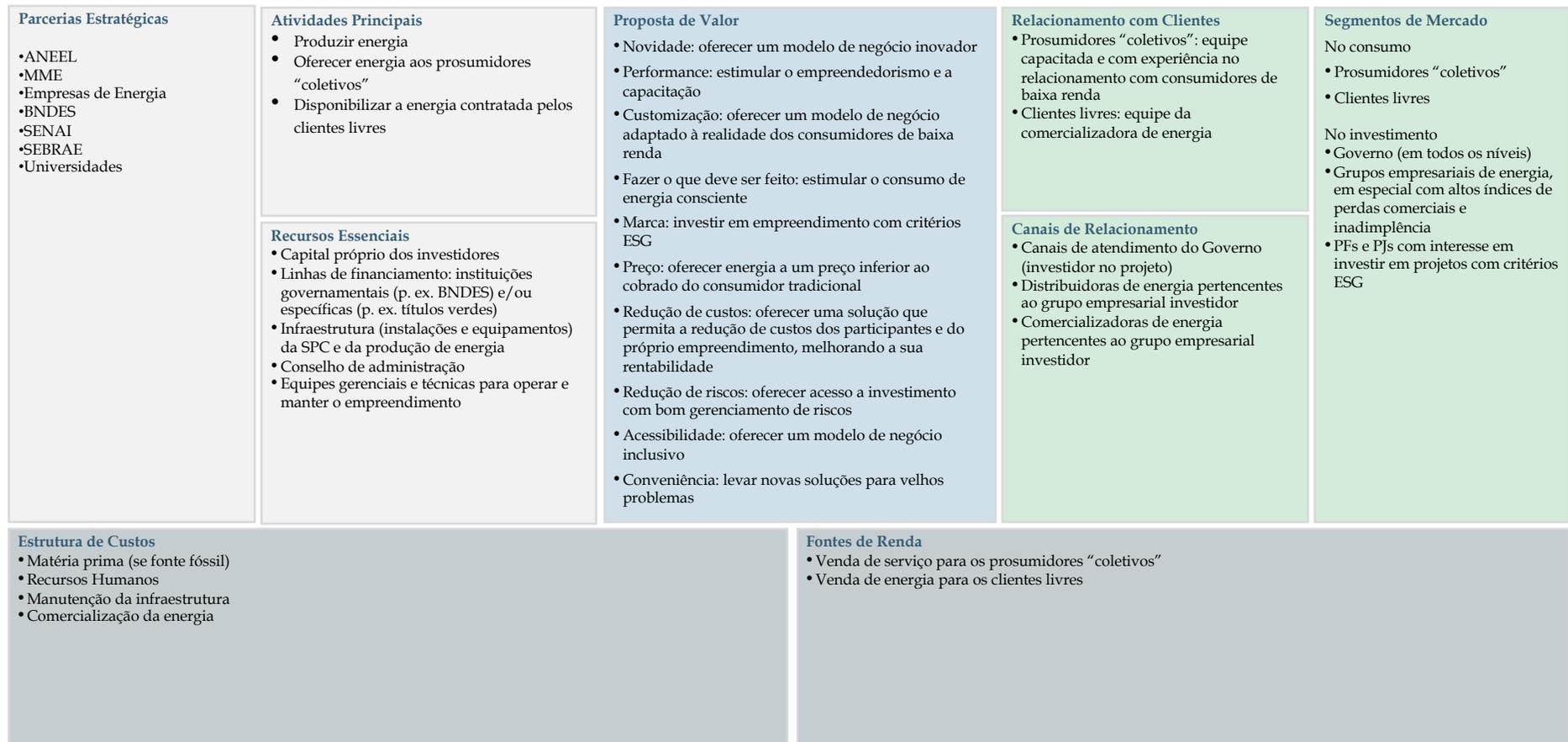


Figura 40 Modelo de Negócio Prosumidor “Coletivo” - Canvas

Fonte: o autor

5.3 Considerações finais

Este capítulo apresenta uma proposta de um modelo de negócio que seja ao mesmo tempo inovador e inclusivo, permitindo que os consumidores de baixa renda possam usufruir dos benefícios das novas tecnologias e da difusão dos RED. Com a solução apresentada espera-se que o modelo de negócio possa contribuir para a redução da desigualdade social ao permitir que essa parcela da sociedade participe ativamente da solução, ser remunerada por sua atuação e deixe de ser vista apenas como um problema a ser enfrentado.

O modelo de negócio é baseado no arranjo prosumidor “coletivo” e no conceito das Parcerias Público Privadas – PPPs. A solução proposta procura integrar o consumidor de baixa renda à solução, tornando-o sócio do negócio, no caso, uma empresa de propósito específico que será a responsável por construir, operar e manter uma usina de geração de energia elétrica.

O empreendimento terá como sócios:

- G - Governo (em seus diferentes níveis: federal, estadual, municipal);
- E - Empresa(s) de energia;
- C - Consumidores de baixa renda que serão atendidos diretamente pela energia da usina;
- O - Outros agentes que queiram se juntar ao negócio (pessoas físicas ou jurídicas).

O governo, a empresa de energia e os outros serão os sócios investidores, ou seja, serão os responsáveis por todo o investimento na usina. O governo poderá contribuir por meio de linhas de financiamento específicas e/ou isenções fiscais e tributárias. Os consumidores de baixa renda farão parte da sociedade sem a obrigação de aportar recursos financeiros.

A capacidade da usina deverá ser suficiente para atender aos sócios consumidores de baixa renda e produzir energia excedente para comercialização no mercado livre. A comercialização da energia excedente poderá ser feita por meio de uma comercializadora pertencente ao grupo de energia responsável pelo investimento.

Os consumidores de baixa renda poderão ser capacitados para integrar as equipes de operação e manutenção da usina (responsabilidade da empresa de energia) o que permitirá

ocupar a mão de obra local. O governo poderá ter um papel importante, oferecendo cursos de especialização por meio de diversas instituições, tais como, SENAI, SEBRAE etc.

Com o desenho da solução, espera-se que os consumidores de baixa renda que serão atendidos pela usina e participarão do negócio terão um incentivo econômico para consumir a energia de forma consciente porque quanto mais energia excedente maior a possibilidade de ganho para o empreendimento, significando melhores dividendos.

Este incentivo deve evitar comportamentos ofensivos à rede de energia, tais como o furto de energia, porque será do interesse de todos. Porém, para evitar que algum consumidor tente se beneficiar dos dividendos e ao mesmo tempo reduzir seu consumo por meio do furto de energia poderá ser adotada uma solução via *blockchain*. O objetivo seria permitir a rastreabilidade do consumo e dar transparência para que cada consumidor tenha a certeza de que nenhum consumidor/sócio tenha um comportamento egoísta.

Por fim, o modelo de negócio foi descrito e analisado utilizando-se o método Canvas com o propósito de identificar as principais áreas do negócio (clientes/usuários, produtos/serviços, infraestrutura e viabilidade econômica/financeira), segundo os seus componentes: proposta de valor, segmento de clientes, canais, relacionamento com clientes, fontes de receitas, recursos principais, atividades principais, parcerias principais e estrutura de custos.

Será apresentado a proposta de valor porque com ela é possível avaliar se o empreendimento está atendendo a uma necessidade, resolvendo um problema ou melhorando alguma situação existente.

- **Novidade:** oferecer um modelo de negócio inovador;
- **Performance:** estimular o empreendedorismo e a capacitação;
- **Customização:** oferecer um modelo de negócio adaptado à realidade dos consumidores de baixa renda;
- **Fazer o que deve ser feito:** estimular o consumo de energia consciente;
- **Marca:** investir em empreendimento com critérios ESG;
- **Preço:** oferecer energia a um preço inferior ao cobrado do consumidor tradicional;

- Redução de custos: oferecer uma solução que permita a redução de custos dos participantes e do próprio empreendimento, melhorando a sua rentabilidade;
- Redução de riscos: oferecer acesso a investimento com bom gerenciamento de riscos;
- Acessibilidade: oferecer um modelo de negócio inclusivo;
- Conveniência: levar novas soluções para velhos problemas.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O objetivo desta tese foi propor um novo modelo de negócio que esteja alinhado ao conceito de sustentabilidade corporativa: modelo de gestão de negócios que leva em conta, no processo de tomada de decisão, além da dimensão econômico-financeira, as dimensões ambiental e social. Nos últimos anos, a dimensão governança também passou a ser considerada, ampliando o conceito que passou a ser conhecido pela sigla ESG. A pesquisa foi motivada pela esperança de que soluções inovadoras, que reúnam tecnologia e preocupação social, podem mudar o mundo para melhor e, no caso brasileiro, diminuir a enorme desigualdade social.

O setor elétrico, em todo o mundo, passa por transformações. Com a difusão dos RED e o advento das redes inteligentes, que são necessárias para que a difusão ocorra, o setor de distribuição de energia elétrica que tradicionalmente vivia em um ambiente estável passa por grandes e profundas mudanças. Mas não é só o segmento da distribuição que está mudando, o mundo está em transformação, na verdade sempre esteve, talvez agora em um ritmo mais rápido, e surgem novos modelos de negócios que se utilizam das novas tecnologias e das novas relações sociais.

A difusão dos RED é um fator impulsionador para a implementação de novos modelos de negócio e a oferta de novos serviços de distribuição de energia elétrica. Já existem novos modelos de negócio e arranjos comerciais, muitos deles entre consumidores (P2P), intermediados por novos agentes e inovações tecnológicas, como o *blockchain*. Nesses novos arranjos, o consumidor tem maior protagonismo e são modelos que estão em consonância com a tendência de uma sociedade mais conectada e proativa na defesa de seus interesses.

Nesta tese, procurou-se desenvolver um modelo de negócio inovador e que se pretende seja inclusivo, a partir da indicação da vantagem do modelo de negócio do prosumidor “coletivo”, permitindo que os consumidores de baixa renda possam usufruir dos benefícios das novas tecnologias e da difusão dos RED. O objetivo da solução proposta é contribuir para a redução da desigualdade social, permitir que essa parcela da sociedade possa participar ativamente da solução, ser remunerada por sua atuação e deixar de ser vista apenas como um problema a ser enfrentado.

O modelo de negócio proposto procura integrar o consumidor de baixa renda à solução, tornando-o sócio do negócio. O modelo de negócio parte da criação de uma empresa de propósito específico (SPC) que será a responsável por construir, operar e manter uma usina de geração de energia elétrica. É esperado que seja uma usina que use fontes renováveis – solar e/ou eólica, para que o empreendimento tenha acesso a fontes de financiamento específicas, tais como, títulos verdes e as linhas de financiamento socioambiental do BNDES.

O empreendimento terá como sócios: o governo (em seus diferentes níveis: federal, estadual, municipal), a(s) empresa(s) de energia, os consumidores de baixa renda que serão atendidos diretamente pela energia da usina e outros agentes que queiram se juntar ao negócio (pessoas físicas ou jurídicas).

O governo, a empresa de energia e os outros serão os sócios investidores, ou seja, serão os responsáveis por todo o investimento na usina. O governo poderá contribuir por meio de linhas de financiamento específicas e/ou isenções fiscais e tributárias. Os consumidores de baixa renda farão parte da sociedade sem a obrigação de aportar recursos financeiros.

A capacidade da usina deverá ser suficiente para atender aos sócios consumidores de baixa renda e produzir energia excedente para comercialização no mercado livre, que poderá ser feita por meio de uma comercializadora pertencente ao grupo de energia responsável pelo investimento. É esperado que os consumidores de baixa renda que serão atendidos pela usina e participarão do negócio terão um incentivo econômico para consumir a energia de forma consciente porque quanto mais energia excedente maior a possibilidade de ganho para o empreendimento, significando melhores dividendos. Este incentivo deve evitar comportamentos ofensivos à rede de energia, tais como o furto de energia, porque será do interesse de todos.

A empresa de energia também será responsável pela operação e manutenção (O&M) da usina. Os consumidores de baixa renda poderão ser capacitados para integrar as equipes de O&M da usina e, assim, oferecer oportunidade para a ocupação da mão de obra local.

Na governança do empreendimento, os sócios investidores integrarão o bloco de controle e indicarão os membros do conselho de administração (CA) de forma proporcional ao capital investido. Os consumidores de baixa renda poderão indicar um representante para participar do CA. O conselho de administração será responsável por definir a estrutura de comando da SPC e nomear os ocupantes.

Nesta tese, foi possível identificar os benefícios esperados do modelo de negócio para todos os *stakeholders*: (i) Governo (G) - combate à desigualdade social e à desordem urbana, geração de empregos, aumento da arrecadação; (ii) Empresas de energia (E) - oportunidades de novos negócios, redução da inadimplência, combate ao roubo de energia; (iii) Consumidores de baixa renda (C) - acesso a uma energia de qualidade, estímulo ao empreendedorismo, aumento da autoestima (cidadania); e (iv) Outros (O) [PFs e PJs] - oportunidade de negócio, acesso a investimento com critérios ESG, estímulo à integração e à coesão social.

A tese apresenta um caminho possível para viabilizar o empreendimento que são as parcerias público-privadas (PPP). As PPPs são um acordo entre Administração Pública e a iniciativa privada com o objetivo de desenvolver e implantar um empreendimento que atenda à coletividade, por exemplo, uma usina geradora de energia. Na PPP, a iniciativa privada é responsável pela estruturação, financiamento, execução, conservação e operação, cabendo ao Poder Público assegurar as condições de exploração e remuneração pelo parceiro privado. Diversas soluções começam a ser desenhadas em diferentes regiões do país

O modelo de negócio desenvolvido nesta tese vai ao encontro do proposto pelo BID (2018) que sugere a criação de PPP de geração distribuída com as distribuidoras de energia, com o objetivo de incentivar que as próprias distribuidoras possam prestar serviços de instalação dos equipamentos para geração distribuída de energia renovável, além de operar e manter as plantas.

A solução proposta nesta tese, cuja produção de energia pode ser por uma usina solar, busca propiciar aos consumidores com baixo poder aquisitivo participar, de forma ativa, do processo de transição energética por que passa o setor elétrico. Este trabalho procurou mostrar que já existem diversas soluções, em especial no exterior, que levam o

consumidor para uma postura mais ativa, inclusive, em alguns casos, aqueles com baixo poder aquisitivo, mas são apresentados também os desafios para as soluções voltadas para esse tipo de consumidor conforme relatado pelo fundador da Yeloha. O modelo proposto neste trabalho procura mitigar esses riscos, em especial, a falta de acesso às fontes de financiamento.

Enfim, é possível encontrar soluções que integrem as classes menos favorecidas à revolução tecnológica por que passa o setor elétrico brasileiro. Ampliando a frase externada por um empreendedor, e apresentada anteriormente, a democratização da informação e a mudança de perspectiva de que os consumidores de baixo poder aquisitivo são parte da solução e não o problema, será possível mudar a relação da sociedade e desses consumidores com a energia (consumo consciente) e com os novos modelos de negócio (deixam de ser considerados ofensores e passam a ser vistos como empreendedores).

Há diversos caminhos a serem explorados, considerando as inovações tecnológicas, os arranjos comerciais e a evolução da regulação. São sugestões para futuros trabalhos: (i) a seleção de um caso piloto com o desenho inicial da SPC e a identificação dos *stakeholders*; (ii) o desenho de uma PPP a partir da experiência de alguns governos; (iii) a definição da fonte de energia e potência da usina; (iv) o estudo de possíveis arranjos comerciais: geração descentralizada x centralizada, integrar um complexo fotovoltaico, optar por usina virtual, criar uma microrrede etc.; (v) a análise econômico-financeira do modelo de negócio proposto, incluindo as projeções de receitas e despesas, as estimativas dos investimentos necessários, as possíveis linhas de financiamento e o cálculo da taxa interna de retorno (TIR) para se avaliar a atratividade do empreendimento; (vi) detalhamento da solução via *blockchain* que poderia ser usado para coibir fraudes, permitir a rastreabilidade do consumo e dar transparência para que cada consumidor tenha a certeza de que nenhum consumidor/sócio tenha um comportamento egoísta, ou seja, tente se beneficiar dos dividendos e ao mesmo tempo reduzir seu consumo por meio do furto de energia.

Esta tese procurou mostrar que existem soluções inovadoras que reúnem tecnologia e preocupação social e podem contribuir para diminuir a enorme desigualdade social existente no país, mas este trabalho é apenas um ponto de partida para futuras pesquisas. O tema é complexo e multifacetado, abrange um setor essencial para o desenvolvimento

do país e lida com um problema que tem raízes profundas na constituição da sociedade brasileira.

Como conclusão deste trabalho, cita-se a frase de Alexandre Benoit, doutor em arquitetura e urbanismo pela USP e professor da Escola da Cidade, no artigo “O destino das cidades” publicado na Folha de São Paulo – FSP, em 25/04/21, destacando o trecho final que expressa, em parte, o que esta pesquisa buscou encontrar.

“A crise deflagrada pelo vírus (COVID-19) se torna econômica, social, psicológica e, por fim, urbana, acelerando a revisão de tudo o que moldou as cidades no século passado. Uma ação emergencial significa, em todo o mundo, dirigir a produção do espaço urbano para o real interesse coletivo”.

Referências Bibliográficas

ABRADEE, **Segmento de Distribuição: Furto e Fraude de Energia**. 2018. Disponível em: <https://www.abradee.org.br/setor-de-distribuicao/furto-e-fraude-de-energia/>. Acesso em: 15 jan 2022.

ABRADEE, **O sol já é taxado e quem paga são os brasileiros mais pobres**. 2021. Disponível em: <https://www.abradee.org.br/o-sol-ja-e-taxado-e-quem-paga-sao-os-brasileiros-mais-pobres/>. Acesso em: 22 jan 22

ACCENTURE, **THE FUTURE OF DEMAND RESPONSE IN ELECTRICITY DISTRIBUTION**, White Paper, 2016.

2WENERGIA. **Informações técnicas**. 2021. Disponível em: <https://www.2wenergia.com.br>. Acesso em: 16 out. 2021.

ANEEL. **Geração Distribuída**. 2021a. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>. Acesso em: 7 maio 2021.

ANEEL. **Nota Técnica n. 0076/2021-SRD/ANEEL**, nº 48554.001039/2021-00. Brasília, [s.n.], 2021b.

ANEEL. **Resolução Normativa 482**. Brasília, ANEEL., 2012

ANEEL. **Tarifa Social de Energia Elétrica - TSEE**. 2021c. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/tarifa-social-baixa-renda>. Acesso em: 7 maio 2021.

ARAUJO, T. **Governador assina contratos da PPP das Mini-usinas de Energia Solar nesta segunda (7)**. 2020. Disponível em: <https://www.pi.gov.br/noticias/governo-do-estado-assina-nesta-segunda-feira-7-contratos-da-ppp-das-mini-usinas-de-energia-solar/>. Acesso em: 18 out. 2021.

BELLIDO, M. M. H. **MICRORREDES ELÉTRICAS: UMA PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO NO BRASIL**. 2018. 211 f. Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, 2018.

BID. **Segundo Relatório – Desenvolvimento de Mecanismos e Financiamento para Sistemas Solares Fotovoltaicos em Geração Distribuída**. São Paulo, [s.n.], 2018.

BRASÍLIA, A. **Energia limpa: DF quer suprir demandas futuras sem comprometer**

recursos naturais. 2019.

BRYLA, P., LONCHAMPT, J. **Multi-criteria decision making for a hydropower station.** 2003.

BURGER, S. P., LUKE, M. **Business models for distributed energy resources: A review and empirical analysis.** Energy Policy. n. 109, 230-248, 2017. DOI: 10.1016/j.enpol.2017.07.007

CASTRO, J. H. **Projeto Light Legal - APZ (Área de Perda Zero).** Rio de Janeiro, Light. , 2013

CASTRO, N., DANTAS, G., BRANDÃO, R., *et al.* **A Ruptura do paradigma tecnológico e os desafios regulatórios do Setor Elétrico.** . Rio de Janeiro, GESEL - Grupo de Estudos do Setor Elétrico. , 2017

CASTRO, N., DANTAS, G., ORGANIZADORES. **Geração Distribuída: Experiências Internacionais e Análises Comparadas.** Rio de Janeiro, Publit Soluções Editoriais, 2018.

CASTRO, N., MIRANDA, M., VARDIEIRO, P. **Perdas não técnicas na distribuição de energia elétrica: o caso da Light.** Rio de Janeiro, Publit Soluções Editoriais, 2019.

ÇELIK, A., METIN, I., ÇELIK, M. **Taking a Photo of Turkish Fishery Sector: A Swot Analysis.** Procedia - Soc. Behav. Sci. 58, 1515–1524, 2012.

CHANG, H.-H., HUANG, W.-C. **Application of a quantification SWOT analytical method.** Math. Comput. Model. 43, 158–169, 2006.

CHANTRE, C., CÂMARA, L. **A difusão do armazenamento de energia distribuído: perspectivas, novos modelos de negócio e a atuação da distribuidora,** Canal Energia, maio 2021. .

COORD. NUNES JR, V. S. [et al], **DIREITO ADMINISTRATIVO E CONSTITUCIONAL - TOMO 2.** ENCICLOPÉDIA JURÍDICA DA PUCSP, São Paulo, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2017. .

DA SILVA, N. F., ROSA, L. P., **Irregular Access to the Power Distribution Network in Brazil's Residential Sector: A Delinquent Payment Problem, or the Quest for a Right beyond the Law?.** The Electricity Journal, v 21, n 7, pp. 80-90, Ago-Set 2008.

DANTAS, G. A., BRANDÃO, R., ROSENAL, R. **A Energia na Cidade do Futuro -**

uma abordagem didática sobre o setor elétrico. Rio de Janeiro, Babilonia Cultura Editorial, 2015.

DANTAS, G., CASTRO, N., ANTUNES, C., *et al.* **Proposição e Avaliação de Políticas Públicas para Redes Inteligentes no Brasil.** . Brasília, [s.n.], 2017.

EPE-EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Painel de Dados de Micro e Minigeração Distribuída - PDGD.** 2021. Disponível em:
<http://shinyepe.brazilsouth.cloudapp.azure.com:3838/pdgd/>. Acesso em: 4 ago. 2021.

ESTRATÉGICAS, E.-E. de P. **Governo autoriza início de estudos técnicos para implantação de Centrais de Energia Fotovoltaica.** 2021. Disponível em:
<http://www.epe.segov.ms.gov.br>. Acesso em: 18 out. 2021.

FEBRABAN, CEBDS. **Guia para Emissão de Títulos Verdes no Brasil.** . [S.l: s.n.], 2016.

FORMAN, E.H., SELLY, M.A. **Decision by Objectives - How to convince others that you are right,** 1st ed. World Scientific Pub Co Inc, 2001.

GEORGE, R. *et al.* **País estagnado - um retrato das desigualdades brasileiras.** . São Paulo, [s.n.], 2018.

GEORGES, R. *et al.* **A distância que nos une - um retrato das desigualdades brasileiras.** . São Paulo, [s.n.], 2017.

GLICK, D., LEHRMAN, M., SMITH, O. **RATE DESIGN FOR THE DISTRIBUTION EDGE - ELECTRICITY PRICING FOR A DISTRIBUTED RESOURCE FUTURE.** . Boulder, [s.n.], 2014.

GÖRENER, A., TOKER, K., ULUÇAY, K. **Application of Combined SWOT and AHP: A Case Study for a Manufacturing Firm.** Procedia - Soc. Behav. Sci. 58, 1525–1534, 2012.

GREENANT. **Informações técnicas.** 2021. Disponível em:
<https://www.greenant.com.br>. Acesso em: 3 jun. 2021.

GREENER. **Estudo Estratégico - Grandes Usinas Solares 2021 - Mercado Livre e Regulado.** . São Paulo, [s.n.], 2021a.

GREENER. **Estudo Estratégico Geração Distribuída - Mercado Fotovoltaico.** . São Paulo, [s.n.], 2021b.

GUPTA, M. **Blockchain For Dummies®**, 3rd IBM Limited Edition. Hoboken, John Wiley & Sons, Inc., 2020.

IRENA. **POWER SYSTEM FLEXIBILITY FOR THE ENERGY TRANSITION PART 1: OVERVIEW FOR POLICY MAKERS**. Abu Dhabi, International Renewable Energy Agency, 2018.

KAMINSKI, P. C., ENACHEV, B. T. **Introdução ao Modelo de Negócio: CANVAS**. São Paulo, USP, 2014

KOTLER, P. **The Prosumer Movement : a New Challenge For Marketers**, *NA-Advances in Consumer Research*, v. 13, p. 510–513, 1986. .

LAVILLE, E. **A empresa Verde**. 3a. ed. Paris, Pearson Education France, 2009.

LEITE, C. *et al.* **Energia só é limpa se for justa. Temos de repensar os subsídios**. 2021. Disponível em: <https://politica.estadao.com.br/blogs/fausto-macedo/energia-so-e-limpa-se-for-justa-temos-de-repensar-os-subsidios/>. Acesso em: 22 jan 22.

LEMME, C. "O Valor Gerado pela Sustentabilidade Corporativa". In: **Sustentabilidade e Geração de Valor - A Transição para o século XXI**. São Paulo, Elsevier Editora Ltda, pp. 37-63, 2010

LI, Z., *et al.* **Valuation of distributed energy resources in active distribution networks**. *The Electricity Journal*, n. 32, 27-36, 2019. DOI: 10.1016/j.tej.2019.03.001

LIMA, L. *et al.* **Metodologia Integrada de Valoração e Alocação de Recursos em Distribuição Baseada em Atributos Quantitativos e Qualitativos**. In: Relatório Final P&D Light 021/2008, IAG-PUCRio-NUPEI, Rio de Janeiro, RJ, 2010.

MACHADO, A. C. **Pensando a Energia**. Rio de Janeiro, [s.n.], 1998.

MAGRETTA, J. **Why Business Models Matter**, *Harvard Business Review*, 2002. .

MIT. **Utility of the future An MIT Energy Initiative response to an industry in transition**. MIT Energy Initiative. [S.l: s.n.], 2016.

NEOCHARGE. **Frota de carros elétricos no Brasil**. 2021. Disponível em: <https://neocharge.com.br>. Acesso em: 3 ago. 2021.

NERI, M. C. **ALTA DA DESIGUALDADE E DA POBREZA, SUPERAÇÃO DA CRISE E POLÍTICAS DE RENDA - Versão Preliminar**. Rio de Janeiro, [s.n.],

2017.

NERI, M. C. **Chegamos ao Topo da Desigualdade?** . Rio de Janeiro, [s.n.], 2019.

NJOH, A.J., ETTA, S., NYAH-ETCHUTAMBE, Ijang B. ENOMAH, L.E.D., TABREY, H.T., ESSIA, U. **Opportunities and challenges to rural renewable energy projects in Africa: Lessons from the Esaghem Village, Cameroon solar electrification project.** *Renew. Energy* 131, 1013–1021, 2019.

OFGEN. **Future InsightT Series: Insights for Future Regulation Project.** . London, [s.n.], 2016. Disponível em: <https://www.ofgem.gov.uk/electricity>.

OLIVEIRA, L. B., MAESTRINI, M., SENRA, P. M. A. **Barreiras à implementação de serviços de e-carsharing.** Canal Energia, jul. 2021. .

ONS. **Procedimentos de Rede - Submódulo 14.1 - Administração dos serviços ancilares: visão geral.** . Rio de Janeiro, [s.n.], 2019.

OSTERWALDER, A., PIGNEUR, Y. **Business Model Generation - Inovação em Modelos de Negócios.** Rio de Janeiro, Starlin Alta Editora e Consultoria Ltda, 2011.

OVANS, A. **What is a Business Model?**, Harvard Business Review, 2015. .

PAMPLONA, E. O., MOTEVECHI, J. A. B. **Capacitação em Análise de Investimentos - Engenharia Econômica II.** . Itajubá, [s.n.], 1996.

PARK, C., YONG, T. **Comparative review and discussion on P2P electricity trading,** *Energy Procedia*, Elsevier, n. 128, p. 3–9, 2017. DOI: 10.1016/j.egypro.2017.09.003. .

PEREIRA, G. I., SILVA, P. P. "Nexo entre redes inteligentes e geração distribuída". In: **Geração Distribuída: Experiências Internacionais e Análises Comparadas.** Rio de Janeiro, Publit pp. 15-40, 2018.

PNUD. **IDH.** 2021. Disponível em: <https://www.br.undp.org>. Acesso em: 15 out. 2021.

PORTALSOLAR. **Informações técnicas.** 2021. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br>. Acesso em: 15 out. 2021.

QUANTUM. **CONSÓRCIO DA QUANTUM VENCE PPP DE ENERGIA SOLAR DA PREFEITURA DE SÃO PAULO.** 2021. Disponível em: <https://www.quantum.com.br>. Acesso em: 18 out. 2021.

SANTOS, A., LOURENÇO, B., FERNANDES, C., LOBO, C. **Análise SWOT:**

FERRERO S.p.A. Felgueiras, 2014.

S&PGLOBAL. **What is Energy Transition.** . [S.l: s.n.], 2020.

SEBRAE. **CARTILHA: O QUADRO DE MODELO DE NEGÓCIOS. Um caminho para criar, recriar e inovar em modelos de negócios.** . Brasília, [s.n.] , 2013

TEIXEIRA, I. M. V. **O Uso da Avaliação Ambiental Estratégica no Planejamento da Oferta de Blocos para Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural no Brasil: Uma Proposta.** Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 2008

TIMEENERGY. **Informações técnicas.** 2021. Disponível em:

<https://www.timeenergy.com.br>. Acesso em: 3 jun. 2021.

TOLEDO, F. (coord. geral). **Desvendando as Redes Inteligentes.** Rio de Janeiro, BRASPORT Livros e Multimídia Ltda, 2012.

TOLMASQUIM, M. (coord. geral). **RELATÓRIO FINAL - SÍNTESE DOS RELATÓRIOS PRODUZIDOS NO ÂMBITO DO SUBPROJETO 1.** . Brasília, [s.n.], 2018a.

TOLMASQUIM, M. "Prefácio". In: **Geração Distribuída: Experiências Internacionais e Análises Comparadas.** Rio de Janeiro, Publit pp. 6-8, 2018b,

TOLMASQUIM, M. T., SENRA, P. M. A., GOUVEA, A. R., *et al.* **Strategies of electricity distributors in the context of distributed energy resources diffusion,** Environmental Impact Assessment Review, n. 84, 2020. DOI: 10.1016/j.eiar.2020.106429. .

TOMEI, J., GENT, D., (EDS). **Equity and the energy trilemma: delivering sustainable energy access in low-income communities.** Access to ed. London, [s.n.], 2015.

VENTURA, Z., *Cidade Partida.* Rio de Janeiro, Companhia das Letras, 1994.

WAHLUND, M., PALM, J. **The role of energy democracy and energy citizenship for participatory energy transitions: A comprehensive review,** Energy Research & Social Science, n. 87, 2022. DOI: 10.1016/j.erss.2021.102482

WINKLER, H., SIMÕES, A. F., LA ROVERE, E. L., *et al.* **Access and Affordability of Electricity in Developing Countries,** World Development, v. 39, n. 6, p. 1037–

1050, 2011. DOI: 10.1016/j.worlddev.2010.02.021. .

YAVUZ, F., BAYCAN, T. **Use of Swot and Analytic Hierarchy Process Integration as a Participatory Decision Making Tool in Watershed Management.** Procedia Technol. 8, 134–143, 2013.

ZHANG, C., WU, J., LONG, C., *et al.* **Review of Existing Peer-to-Peer Energy Trading Projects,** Energy Procedia, v. The 8th In, n. 105, p. 2563 – 2568, 2017. DOI: 10.1016/j.egypro.2017.03.737. .

ZAWADASKI, S. J. *et al.* **What influences public acceptability of sustainable energy policies? The crucial role of funding and who benefits.** Energy Research & Social Science, n. 87, 2022. DOI: 10.1016/j.erss.2021.102468

ZYLBERSZTAJN, D., LINS, C., ORGANIZADORES. **Sustentabilidade e Geração de Valor - A Transição para o século XXI.** São Paulo, Elsevier Editora Ltda, 2010.

ANEXO

PLANILHA DA ANÁLISE MULTICRITÉRIO+RISCO

Para a análise foi utilizada uma planilha Excel. Os cálculos do método AHP seguiram as etapas segundo PAMPLONA *et al.* (1996).

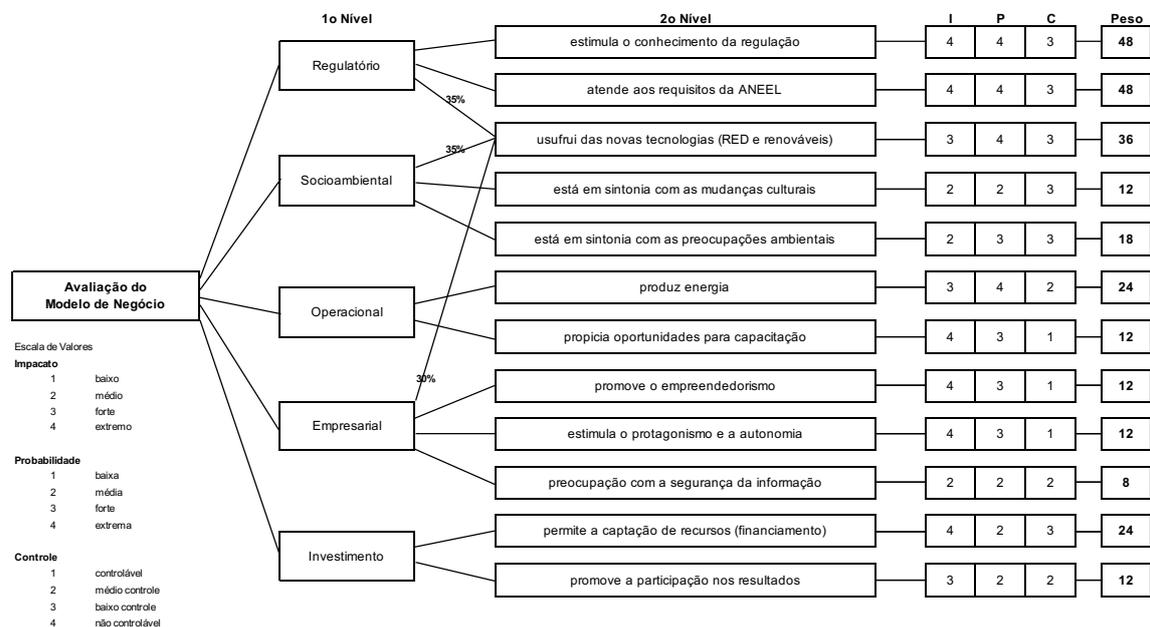
São apresentadas as pastas e a memória de cálculo da análise.

Pasta: “ficha”

Modelos de negócio

Consumidor Tradicional	o consumidor tem uma postura passiva, apenas consome energia e não gerencia seu consumo
Prosumidor "Individual"	é consumidor e também pode ser produtor de energia, tem postura ativa, gerencia seu consumo, mas atua de forma individual.
Prosumidor "Coletivo"	é consumidor e também pode ser produtor de energia, tem postura ativa, gerencia seu consumo e atua em conjunto com outros consumidores.

Pasta: “mapa”



Pasta: “Como preencher”

- Escala de valores**
- (1) baixo
 - (3) moderado
 - (5) forte
 - (7) muito forte
 - (9) extremo
 - (2, 4, 6 e 8) valores intermediários
 - (0) não utilizar

1o nível

	Regulatório	Socioambiental	Operacional	Empresarial	Investimento					
Regulatório	1	1	5	1	7	1	5	1	1	1
Socioambiental	1	5	1	1	4	1	1	1	1	6
Operacional	1	7	1	4	1	1	1	7	1	8
Empresarial	1	5	1	1	7	1	1	1	1	1
Investimento	1	1	6	1	8	1	1	1	1	1

Quanto o aspecto "Regulatório" é mais importante do que o aspecto "Socioambiental"?
 No exemplo, o aspecto "Regulatório" é mais importante considerando uma relação de 5 para 1 = forte

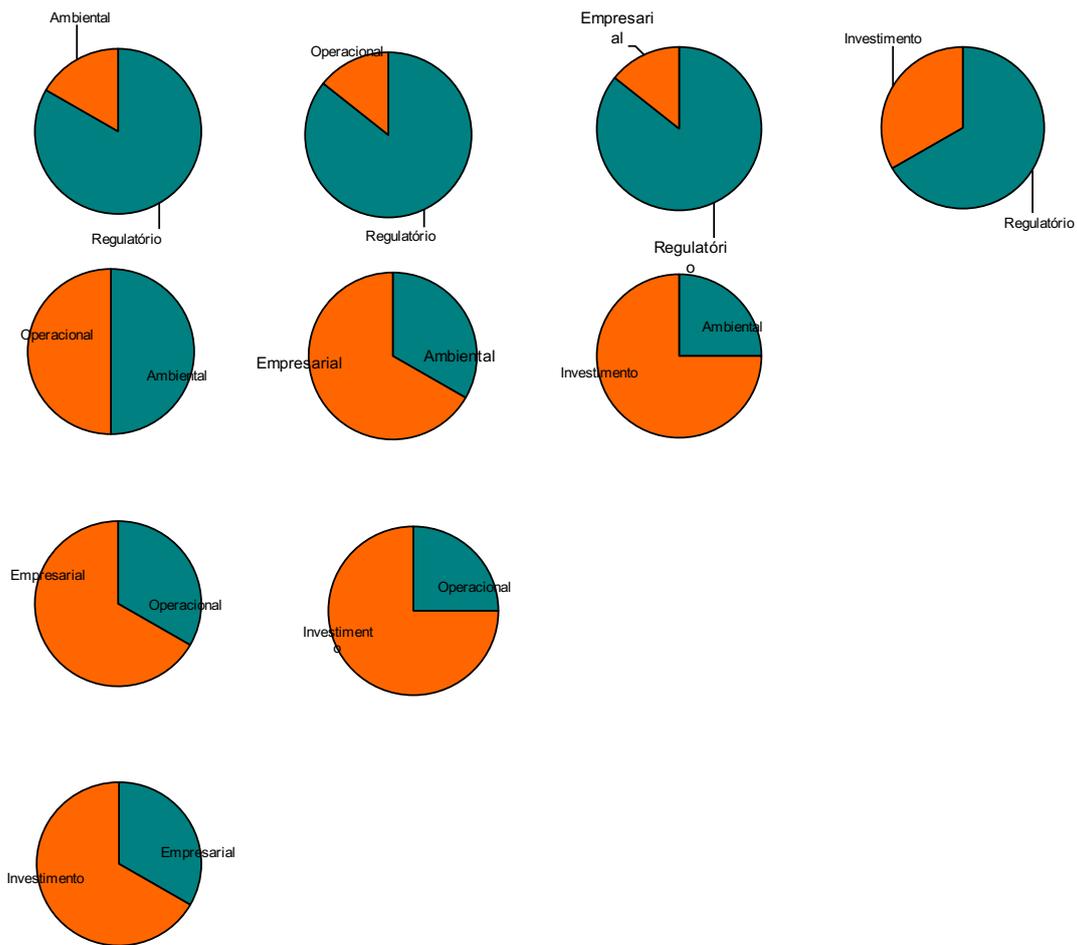
2o nível
 estimula o conhecimento da regulação

	Consumidor Tradicional	Prosumidor "Individual"	Prosumidor "Coletivo"			
Consumidor Tradicional	1	1	1	3		
Prosumidor "Individual"	3	1	1	1	2	1
Prosumidor "Coletivo"	1	1	1	2	1	1

Considerando o aspecto "estimula o conhecimento da regulação", quanto o modelo "Consumidor Tradicional" é mais importante do que o modelo "Prosumidor Individual"?
 No exemplo, o modelo "Prosumidor Individual" é mais importante na relação de 3 para 1 = moderado, considerando o aspecto "estimula o conhecimento da regulação"

Pasta: "Aspectos_1º nível"

	Regulatório	Socioambiental	Operacional	Empresarial	Investimento					
Regulatório	1	1	5	1	6	1	6	1	2	1
Socioambiental	1	5	1	1	1	1	1	2	1	3
Operacional	1	6	1	1	1	1	1	2	1	3
Empresarial	1	6	2	1	2	1	1	1	1	2
Investimento	1	2	3	1	3	1	2	1	1	1



Pasta: "Aspectos_1º nível_calc"

Matriz A

	Regulatório	Socioambiental	Operacional	Empresarial	Investimento	0	0
Regulatório	1	5	6	6	2		
Socioambiental	0,20	1	1	0,5	0,33		
Operacional	0,17	1	1	0,5	0,33		
Empresarial	0,17	2	2	1	0,5		
Investimento	0,5	3	3	2	1		

Matriz A1

134,45	853,67	880,22	546,97	275,52
20,69	131,53	135,60	84,19	42,42
19,80	125,90	129,60	80,61	40,61
33,12	210,52	217,08	134,95	67,92
62,69	398,40	410,77	255,17	128,53

Matriz A2

Regulatório	88555,09	562784,64	580262,42	360481,76	181563,00
Socioambiental	13635,65	86657,18	89348,39	55506,71	27956,94
Operacional	13053,05	82954,69	85530,92	53135,15	26762,46
Empresarial	21834,15	138760,27	143069,60	88880,44	44766,20
Investimento	41313,83	262557,35	270711,30	168176,46	84705,04

Guia de cálculo:

- 1 Colar Matriz A em Matriz A1 - botão 1
- 2 Efetuar a convergência - botão 2

Nota Pressionar o botão 2 tantas vezes quanto necessário até que o vetor dif seja muito pequeno

Autovetor

Regulatório	1773646,90
Socioambiental	273104,87
Operacional	261436,28
Empresarial	437310,67
Investimento	827463,98
0	0
0	0
	3572962,7

Autovetor normalizado

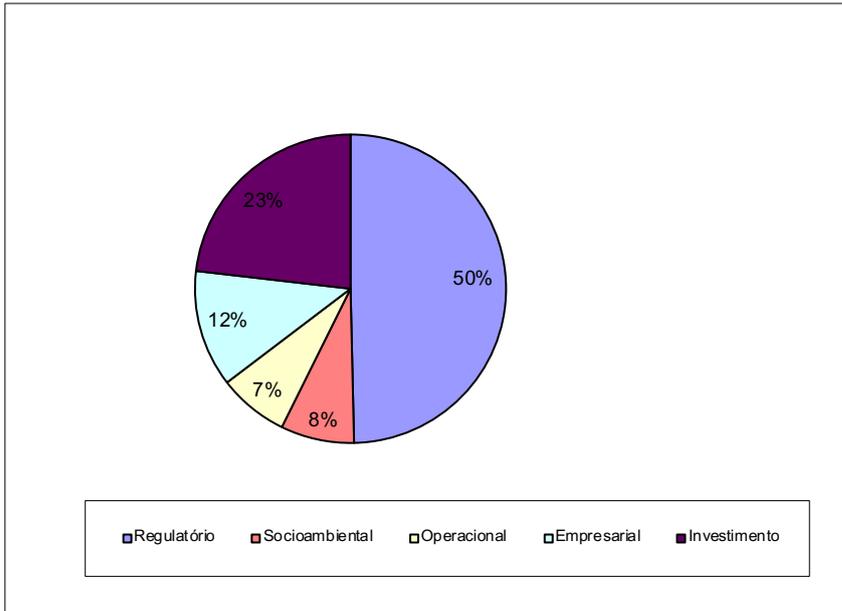
Regulatório	0,50
Socioambiental	0,08
Operacional	0,07
Empresarial	0,12
Investimento	0,23
0	0
0	0
	1

Anterior

Regulatório	0,50
Socioambiental	0,08
Operacional	0,07
Empresarial	0,12
Investimento	0,23
0	0
0	0
	1

dif

Regulatório	4,94236E-05
Socioambiental	-1,13232E-05
Operacional	-1,02666E-05
Empresarial	-1,33802E-05
Investimento	-1,44516E-05
0	0
0	0
	0



Pasta: “Aspectos_1º nível_cons”

Autovetor (T)	T
Regulatório	3,245
Socioambiental	0,506
Operacional	0,488
Empresarial	0,803
Investimento	1,552
	6,595

T =	0,492	0,077	0,074	0,122	0,235
-----	-------	-------	-------	-------	-------

elemento	w
Regulatório	2,03
Socioambiental	12
Operacional	13
Empresarial	10
Investimento	4,17

Autovalor lamb. max

lamb. max = T * w
o resultado deve ser o mais próximo do número de atributos: 5

lamb. max = Ok!

Consistência

CI = (lamb. max - n) / (n-1)
n = número de atributos

CI =

CR = CI / CA
CA = número randômico retirado da tabela:

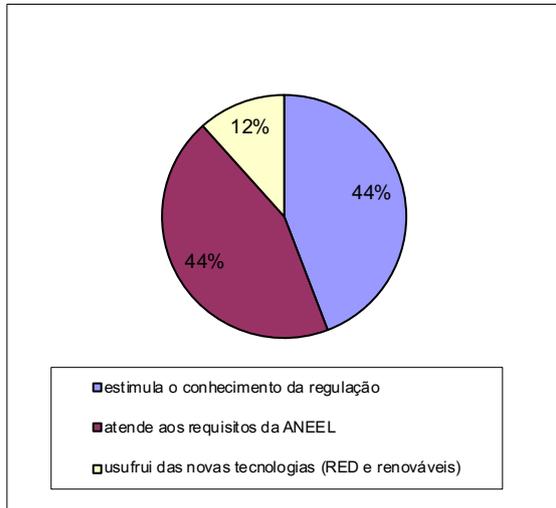
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CA	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

CR < 0,10 valores coerentes

CR = Ok!

Pasta: “Regulatório”

Riscos de 2o nível	Peso	Normalizado
estimula o conhecimento da regulação	48	0,442
atende aos requisitos da ANEEL	48	0,442
usufrui das novas tecnologias (RED e renováveis)	12,6	0,116
total	108,6	1



Pasta: "Reg"

estimula o conhecimento da regulação

	Consumidor Tradicional		Prosumidor "Individual"		Prosumidor "Coletivo"	
Consumidor Tradicional	1	1	1	7	1	9
Prosumidor "Individual"	7	1	1	1	1	3
Prosumidor "Coletivo"	9	1	3	1	1	1

Pasta: "Reg_calc"

Matriz A

	Consumidor Tradicional	Prosumidor "Individual"	Prosumidor "Coletivo"	0	0	0
Consumidor Tradicional	1	0,143	0,111			
Prosumidor "Individual"	7	1	0,333			
Prosumidor "Coletivo"	9	3	1			
0						
0						

Matriz A1

30,048	5,680	2,513
158,333	30,048	13,254
357,857	67,857	30,048

Matriz A2

2701,612	511,898	226,319
14258,107	2701,612	1194,428
32249,558	6110,617	2701,612

Guia de cálculo:

1 Colar Matriz A em Matriz A1 - botão 1

botão 1

2 Efetuar a convergência - botão 2

botão 2

Nota Pressionar o botão 2 tantas vezes quanto necessário até que o vetor dif seja muito pequeno

Autovetor

3439,829
18154,147
41061,787
0
0
0
62655,763

Autovetor normalizado

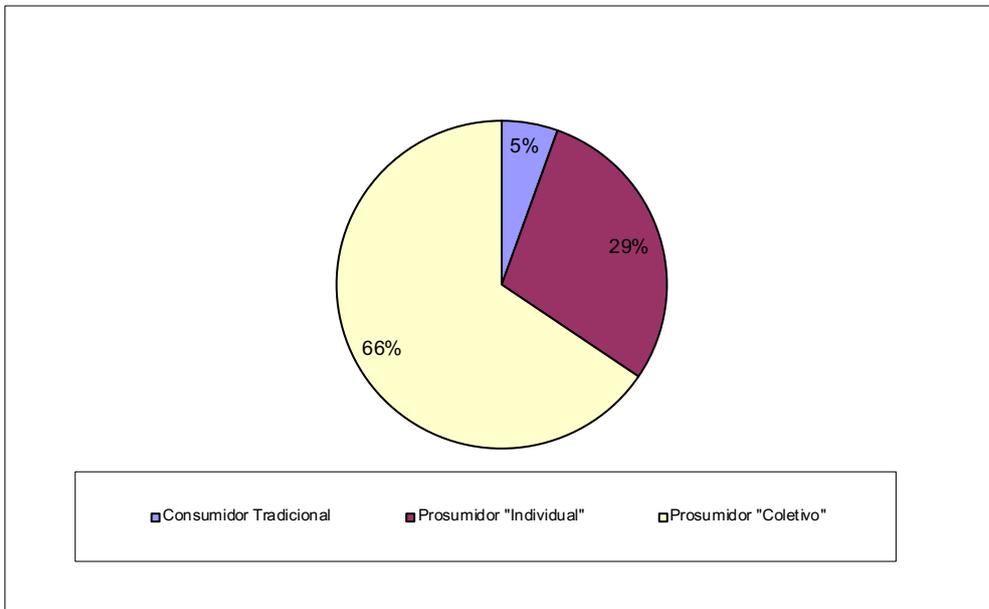
0,055
0,290
0,655
0
0
0
1

Anterior

0,055
0,290
0,655
0
0
0
1

dif

-7,2E-05
-0,00011
0,000184
0
0
0
0



Pasta: "Reg_cons"

Autovetor (T)		
Consumidor Tradicional	0,251	0,055
Prosumidor "Individual"	1,326	0,290
Prosumidor "Coletivo"	3	0,655
	4,578	

T =

0,055	0,290	0,655
-------	-------	-------

elemento	w
Consumidor Tradicional	17
Prosumidor "Individual"	4,143
Prosumidor "Coletivo"	1,444

Autovalor **lamb. max**

lamb. max = T * w
o resultado deve ser o mais próximo do número de atributos: 3

lamb. max =

3,080

 Ok!

Consistência

CI = (lamb. max - n) / (n-1)
n = número de atributos

CI =

0,040

CR = CI / CA
CA = número randômico retirado da tabela:

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CA	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

CR < 0,10 valores coerentes

CR =

0,069

 Ok!

Pasta: "ANEEL"

atende aos requisitos da ANEEL

	Consumidor Tradicional		Prosumidor "Individual"		Prosumidor "Coletivo"	
Consumidor Tradicional	1	1	1	3	1	6
Prosumidor "Individual"	3	1	1	1	1	4
Prosumidor "Coletivo"	6	1	4	1	1	1

Pasta: "ANEEL_calc"

Matriz A

	Consumidor Tradicional	Prosumidor "Individual"	Prosumidor "Coletivo"			
Consumidor Tradicional	1	0,333	0,167	0	0	0
Prosumidor "Individual"	3	1	0,250			
Prosumidor "Coletivo"	6	4	1			
0						
0						
0						

Matriz A1

29	12,167	3,833
69	29	9,125
219	92	29

Matriz A2

Consumidor Tradicional	2520	1058,333	333,354
Prosumidor "Individual"	6000,375	2520	793,75
Prosumidor "Coletivo"	19050	8000,5	2520
0			
0			
0			

Guia de cálculo:

1 Colar Matriz A em Matriz A1 - botão 1

botão 1

2 Efetuar a convergência - botão 2

botão 2

Nota Pressionar o botão 2 tantas vezes quanto necessário até que o vetor dif seja muito pequeno

Autovetor

Consumidor Tradicional	3911,688
Prosumidor "Individual"	9314,125
Prosumidor "Coletivo"	29570,5
0	0
0	0
0	0
	42796,3125

Autovetor normalizado

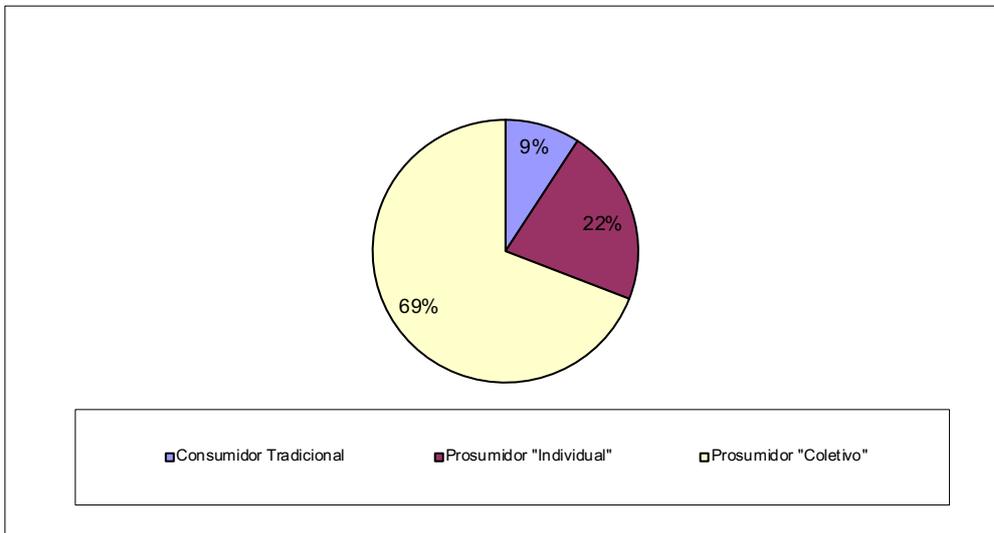
Consumidor Tradicional	0,09
Prosumidor "Individual"	0,22
Prosumidor "Coletivo"	0,69
0	0
0	0
0	0
	1

Anterior

Consumidor Tradicional	0,091
Prosumidor "Individual"	0,218
Prosumidor "Coletivo"	0,691
0	0
0	0
0	0
	1

dif

Consumidor Tradicional	-3,8E-05
Prosumidor "Individual"	-4E-05
Prosumidor "Coletivo"	7,77E-05
0	0
0	0
0	0
	0



Pasta: "ANEEL_cons"

Autovetor (T)		
Consumidor Tradicional	0,382	0,091
Prosumidor "Individual"	0,909	0,218
Prosumidor "Coletivo"	2,884	0,691
	4,175	

T =

0,091	0,218	0,691
-------	-------	-------

elemento	w
Consumidor Tradicional	10
Prosumidor "Individual"	5,333
Prosumidor "Coletivo"	1,417

Autovalor **lamb. max**

lamb. max = T * w
o resultado deve ser o mais próximo do número de atributos: 3

lamb. max =

3,054

 Ok!

Consistência

CI = (lamb. max - n) / (n-1)
n = número de atributos

CI =

0,027

CR = CI / CA
CA = número randômico retirado da tabela:

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CA	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

CR < 0,10 valores coerentes

CR =

0,046

 Ok!

Pasta: Nov Tec”

usufrui das novas tecnologias (RED e renováveis)

	Consumidor Tradicional		Prosumidor "Individual"		Prosumidor "Coletivo"	
Consumidor Tradicional	1	1	1	6	1	8
Prosumidor "Individual"	6	1	1	1	1	2
Prosumidor "Coletivo"	8	1	2	1	1	1

Pasta: “Nov Tec_calc”

Matriz A

	Consumidor Tradicional	Prosumidor "Individual"	Prosumidor "Coletivo"			
Consumidor Tradicional	1	0,167	0,125	0	0	0
Prosumidor "Individual"	6	1	0,5			
Prosumidor "Coletivo"	8	2	1			
0						
0						

Matriz A1

27,667	5,278	3,021
145	27,667	15,833
253,333	48,333	27,667

Matriz A2

Consumidor Tradicional	2296	438,044	250,718
Prosumidor "Individual"	12034,444	2296	1314,132
Prosumidor "Coletivo"	21026,111	4011,481	2296
0			
0			

Guia de cálculo:

1 Colar Matriz A em Matriz A1 - botão 1

botão 1

2 Efetuar a convergência - botão 2

botão 2

Nota Pressionar o botão 2 tantas vezes quanto necessário até que o vetor dif seja muito pequeno

Autovetor

Consumidor Tradicional	2984,762
Prosumidor "Individual"	15644,576
Prosumidor "Coletivo"	27333,593
0	0
0	0
0	0
	45962,931

Autovetor normalizado

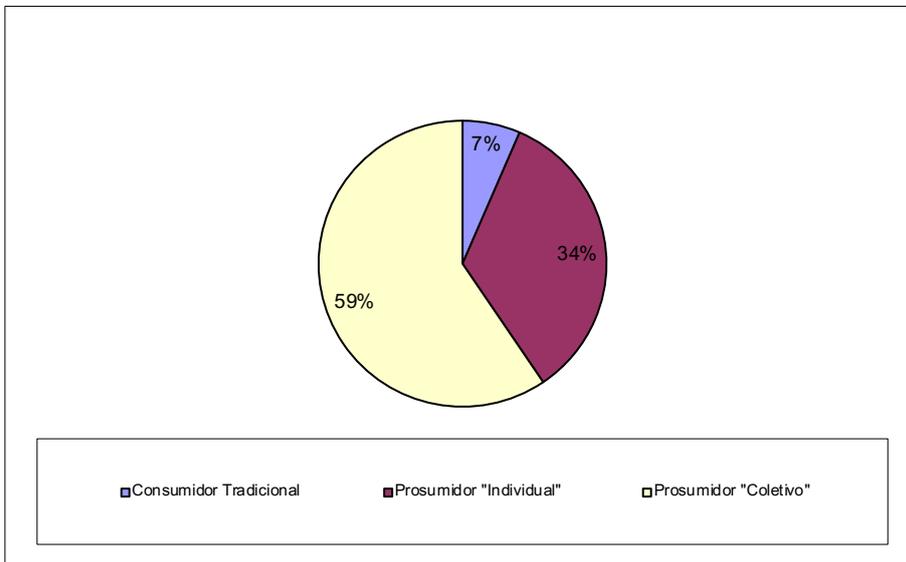
Consumidor Tradicional	0,06
Prosumidor "Individual"	0,34
Prosumidor "Coletivo"	0,59
0	0
0	0
0	0
	1

Anterior

Consumidor Tradicional	0,065
Prosumidor "Individual"	0,340
Prosumidor "Coletivo"	0,595
0	0
0	0
0	0
	1

dif

Consumidor Tradicional	-4,4E-06
Prosumidor "Individual"	-2,7E-06
Prosumidor "Coletivo"	7,09E-06
0	0
0	0
0	0
	0



Pasta:"Nov Tec_cons"

Autovetor (T)		
Consumidor Tradicional	0,275	0,065
Prosumidor "Individual"	1,442	0,340
Prosumidor "Coletivo"	2,520	0,595
	4,237	

T =

0,065	0,340	0,595
-------	-------	-------

elemento	w
Consumidor Tradicional	15
Prosumidor "Individual"	3,167
Prosumidor "Coletivo"	1,625

Autovalor **lamb. max**

lamb. max = T * w
o resultado deve ser o mais próximo do número de atributos: 3

lamb. max =

3,018

 Ok!

Consistência

CI = (lamb. max - n) / (n-1)
n = número de atributos

CI =

0,009

CR = CI / CA
CA = número randômico retirado da tabela:

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CA	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

CR < 0,10 valores coerentes

CR =

0,016

 Ok!

Pasta: "Reg_sol"

Regulatório - Solução

Matriz das Ordenações

estimula o conhecimento da regulação
atende aos requisitos da ANEEL
usufrui das novas tecnologias (RED e renováveis)

Consumidor Tradicional
Prosumidor "Individual"
Prosumidor "Coletivo"

0,055	0,091	0,065
0,290	0,218	0,340
0,655	0,691	0,595

Vetor Risco Regulatório

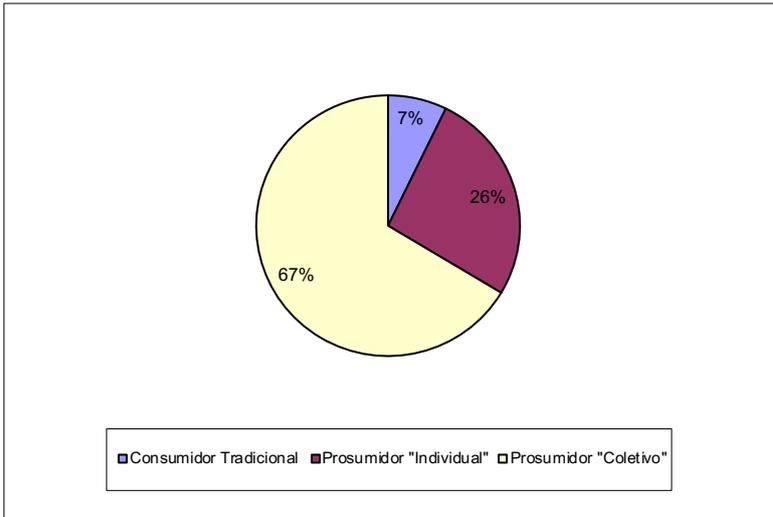
estimula o conhecimento da regulação
atende aos requisitos da ANEEL
usufrui das novas tecnologias (RED e renováveis)

0,442
0,442
0,116

Vetor Solução - Risco Regulatório

Consumidor Tradicional
Prosumidor "Individual"
Prosumidor "Coletivo"

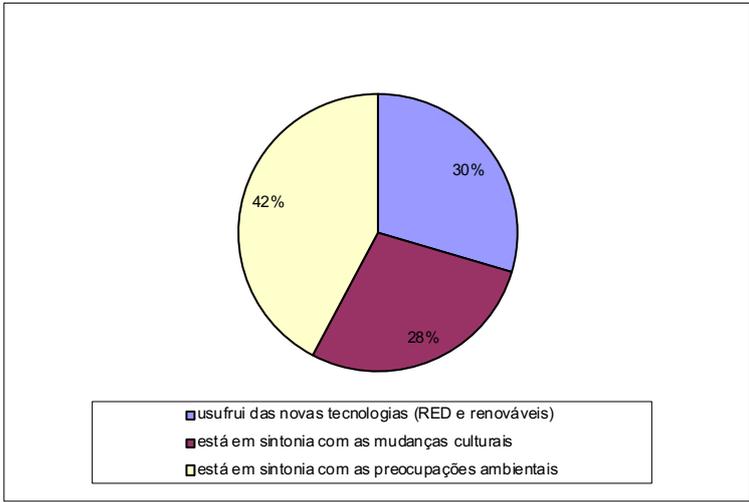
0,07
0,26
0,66



Pasta: "Socioambiental"

Socioambiental

Riscos de 2o nível	Peso	Normalizado
usufrui das novas tecnologias (RED e renováveis)	12,6	0,30
está em sintonia com as mudanças culturais	12	0,28
está em sintonia com as preocupações ambientais	18	0,42
total	42,6	1



Pasta: "Cult"

está em sintonia com as mudanças culturais

	Consumidor Tradicional	Prosumidor "Individual"	Prosumidor "Coletivo"
Consumidor Tradicional	1	1	1
Prosumidor "Individual"	5	1	1
Prosumidor "Coletivo"	7	1	1

Pasta: "Cult_calc"

Matriz A

	Consumidor Tradicional	Prosumidor "Individual"	Prosumidor "Coletivo"
Consumidor Tradicional	1	0,2	0,143
Prosumidor "Individual"	5	1	0,333
Prosumidor "Coletivo"	7	3	1

Matriz A1

29,438	7,579	3,259
114,048	29,438	12,632
265,267	68,429	29,438

Matriz A2

2595,346	669,200	287,585
10065,471	2595,346	1115,334
23422,006	6039,282	2595,346

Autovetor

3552,131
13776,150
32056,635

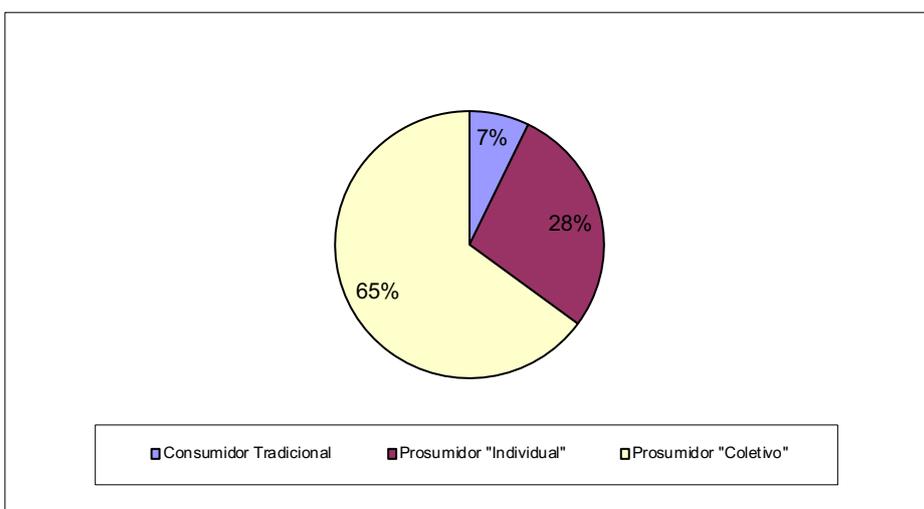
Autovetor normalizado

	Anterior	dif
Consumidor Tradicional	0,07	0,072
Prosumidor "Individual"	0,28	0,279
Prosumidor "Coletivo"	0,65	0,649

Guia de cálculo:

- Colar Matriz A em Matriz A1 - botão 1
- Efetuar a convergência - botão 2

Nota Pressionar o botão 2 tantas vezes quanto necessário até que o vetor dif seja muito pequeno



Pasta: "Cult_cons"

Autovetor (T)		
Consumidor Tradicional	0,306	0,072
Prosumidor "Individual"	1,186	0,279
Prosumidor "Coletivo"	2,759	0,649
	4,250	

T =

0,072	0,279	0,649
-------	-------	-------

elemento	w
Consumidor Tradicional	13
Prosumidor "Individual"	4,2
Prosumidor "Coletivo"	1,476

Autovalor **lamb. max**

lamb. max = T * w
o resultado deve ser o mais próximo do número de atributos: 3

lamb. max = Ok!

Consistência

CI = (lamb. max - n) / (n-1)
n = número de atributos

CI =

CR = CI / CA
CA = número randômico retirado da tabela:

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CA	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

CR < 0,10 valores coerentes

CR = Ok!

Pasta: "Amb"

está em sintonia com as preocupações ambientais

	Consumidor Tradicional		Prosumidor "Individual"		Prosumidor "Coletivo"	
Consumidor Tradicional	1	1	1	4	1	6
Prosumidor "Individual"	4	1	1	1	1	2
Prosumidor "Coletivo"	6	1	2	1	1	1

Pasta: "Amb_calc"

Matriz A

	Consumidor Tradicional	Prosumidor "Individual"	Prosumidor "Coletivo"			
Consumidor Tradicional	1	0,25	0,167	0	0	0
Prosumidor "Individual"	4	1	0,5			
Prosumidor "Coletivo"	6	2	1			
0						
0						

Matriz A1

27,333	7,521	4,139
99,333	27,333	15,042
180,500	49,667	27,333

Matriz A2

Consumidor Tradicional	2241,250	616,704	339,385
Prosumidor "Individual"	8145,243	2241,250	1233,407
Prosumidor "Coletivo"	14800,889	4072,622	2241,250
0			
0			

Guia de cálculo:

1 Colar Matriz A em Matriz A1 - botão 1

botão 1

2 Efetuar a convergência - botão 2

botão 2

Nota Pressionar o botão 2 tantas vezes quanto necessário até que o vetor dif seja muito pequeno

Autovetor

Consumidor Tradicional	3197,339
Prosumidor "Individual"	11619,900
Prosumidor "Coletivo"	21114,760
0	0
0	0
0	0
	35931,9997

Autovetor normalizado

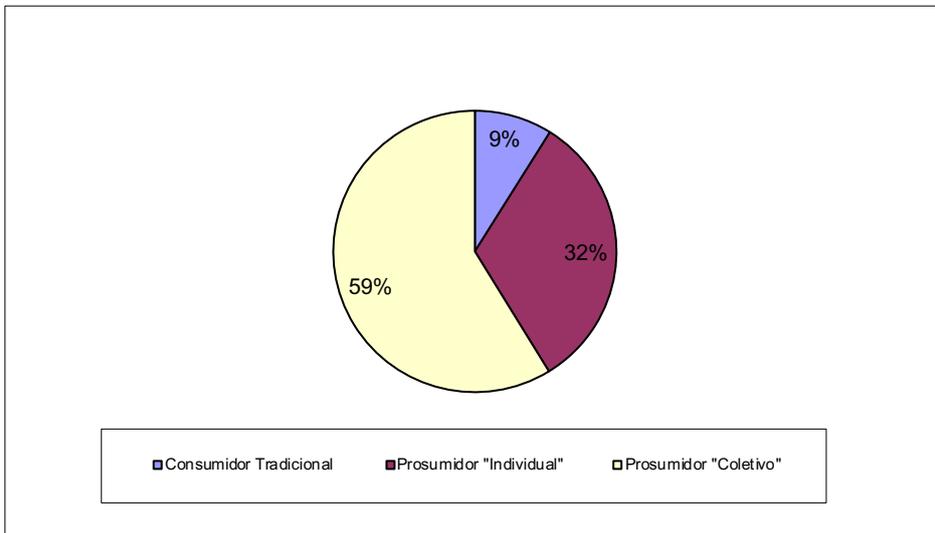
Consumidor Tradicional	0,09
Prosumidor "Individual"	0,32
Prosumidor "Coletivo"	0,59
0	0
0	0
0	0
	1

Anterior

Consumidor Tradicional	0,089
Prosumidor "Individual"	0,323
Prosumidor "Coletivo"	0,588
0	0
0	0
0	0
	1

dif

Consumidor Tradicional	-1,3E-06
Prosumidor "Individual"	-4,6E-07
Prosumidor "Coletivo"	1,74E-06
0	0
0	0
0	0
	0



Pasta: "Amb_cons"

Autovetor (T)		
Consumidor Tradicional	0,347	0,089
Prosumidor "Individual"	1,260	0,323
Prosumidor "Coletivo"	2,289	0,588
	3,896	

T =

0,089	0,323	0,588
-------	-------	-------

elemento	w
Consumidor Tradicional	11
Prosumidor "Individual"	3,25
Prosumidor "Coletivo"	1,667

Autovalor **lamb. max**

lamb. max = T * w
o resultado deve ser o mais próximo do número de atributos: 3

lamb. max =

3,009

 Ok!

Consistência

CI = (lamb. max - n) / (n-1)
n = número de atributos

CI =

0,005

CR = CI / CA
CA = número randômico retirado da tabela:

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CA	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

CR < 0,10 valores coerentes

CR =

0,008

 Ok!

Pasta: "socioambiental_sol"

Socioambiental - Solução

Matriz das Ordenações

Consumidor Tradicional
Prosumidor "Individual"
Prosumidor "Coletivo"

	usufrui das novas tecnologias (RED e renováveis)	está em sintonia com as mudanças culturais	está em sintonia com as preocupações ambientais
Consumidor Tradicional	0,065	0,072	0,089
Prosumidor "Individual"	0,340	0,279	0,323
Prosumidor "Coletivo"	0,595	0,649	0,588

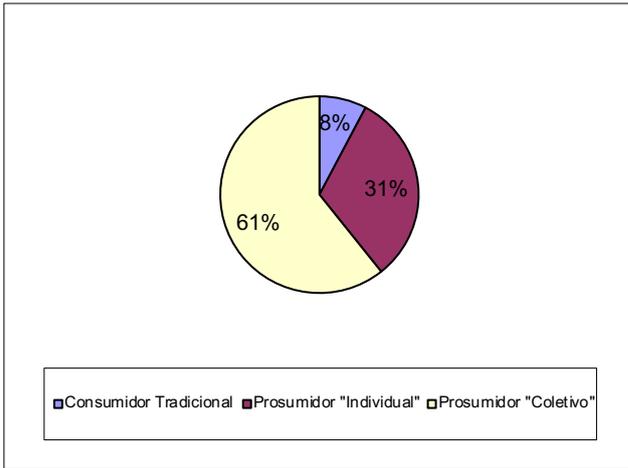
Vetor Risco Socioambiental

usufrui das novas tecnologias (RED e renováveis)
está em sintonia com as mudanças culturais
está em sintonia com as preocupações ambientais

0,296
0,282
0,423

Vetor Solução - Risco Socioambiental

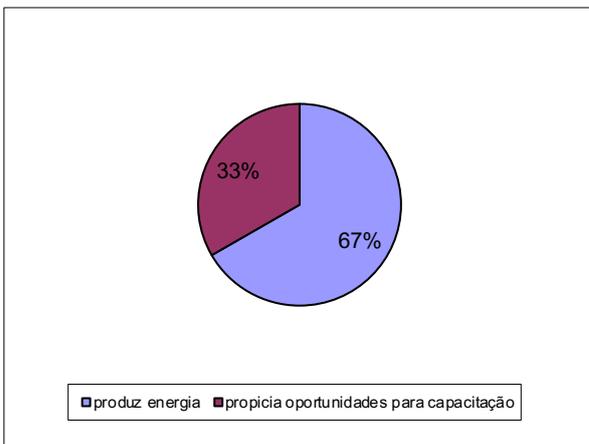
Consumidor Tradicional	0,08
Prosumidor "Individual"	0,32
Prosumidor "Coletivo"	0,61



Pasta: “Operacional”

Operacional

Riscos de 2o nível	Peso	Normalizado
produz energia	24	0,67
propicia oportunidades para capacitação	12	0,33
total	36	1



Pasta: “Prod”

produz energia

	Consumidor Tradicional		Prosumidor "Individual"		Prosumidor "Coletivo"	
Consumidor Tradicional	1	1	1	5	1	9
Prosumidor "Individual"	5	1	1	1	1	4
Prosumidor "Coletivo"	9	1	4	1	1	1

Pasta: "Prod_calc"

Matriz A

	Consumidor Tradicional	Prosumidor "Individual"	Prosumidor "Coletivo"	0	0	0
Consumidor Tradicional	1	0,2	0,111			
Prosumidor "Individual"	5	1	0,25			
Prosumidor "Coletivo"	9	4	1			
0						
0						
0						

Matriz A1

29,689	7,734	2,525
113,611	29,689	9,668
348,050	90,889	29,689

Matriz A2

2638,868	688,721	224,688
10110,942	2638,868	860,901
30992,423	8088,754	2638,868
0		
0		
0		

Guia de cálculo:

1 Colar Matriz A em Matriz A1 - botão 1

botão 1

2 Efetuar a convergência - botão 2

botão 2

Nota Pressionar o botão 2 tantas vezes quanto necessário até que o vetor dif seja muito pequeno

Autovetor

3552,276
13610,710
41720,045
0
0
0
58883,031

Autovetor normalizado

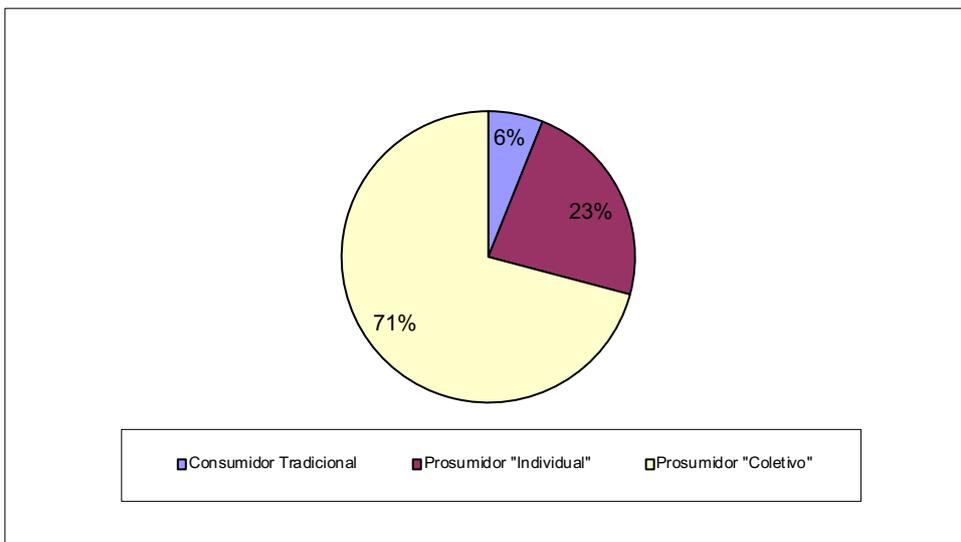
0,06
0,23
0,71
0
0
0
1

Anterior

0,060
0,231
0,708
0
0
0
1

dif

-5,8E-05
-8,1E-05
0,000139
0
0
0
0



Pasta: "Prod_cons"

Autovetor (T)		
Consumidor Tradicional	0,281	0,060
Prosumidor "Individual"	1,077	0,231
Prosumidor "Coletivo"	3,302	0,709
	4,660	

T =

0,060	0,231	0,709
-------	-------	-------

elemento	w
Consumidor Tradicional	15
Prosumidor "Individual"	5,2
Prosumidor "Coletivo"	1,361

Autovalor lamb. max

lamb. max = T * w
o resultado deve ser o mais próximo do número de atributos: 3

lamb. max = Ok!

Consistência

CI = (lamb. max - n) / (n-1)
n = número de atributos

CI =

CR = CI / CA
CA = número randômico retirado da tabela:

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CA	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

CR < 0,10 valores coerentes

CR = Ok!

Pasta: "Capacita"

propicia oportunidades para capacitação

	Consumidor Tradicional	Prosumidor "Individual"	Prosumidor "Coletivo"
Consumidor Tradicional	1 1	1 5	1 9
Prosumidor "Individual"	5 1	1 1	1 4
Prosumidor "Coletivo"	9 1	4 1	1 1

Pasta: "Capacita_calc"

Matriz A

	Consumidor Tradicional	Prosumidor "Individual"	Prosumidor "Coletivo"			
Consumidor Tradicional	1	0,2	0,11	0	0	0
Prosumidor "Individual"	5	1	0,25			
Prosumidor "Coletivo"	9	4	1			
0						
0						

Matriz A1

29,689	7,734	2,525
113,611	29,689	9,668
348,050	90,889	29,689

Matriz A2

2638,868	688,721	224,688
10110,942	2638,868	860,901
30992,423	8088,754	2638,868

Guia de cálculo:

1 Colar Matriz A em Matriz A1 - botão 1

botão 1

2 Efetuar a convergência - botão 2

botão 2

Nota Pressionar o botão 2 tantas vezes quanto necessário até que o vetor dif seja muito pequeno

Autovetor

Consumidor Tradicional	3552,276
Prosumidor "Individual"	13610,710
Prosumidor "Coletivo"	41720,045
0	0
0	0
0	0
	58883,031

Autovetor normalizado

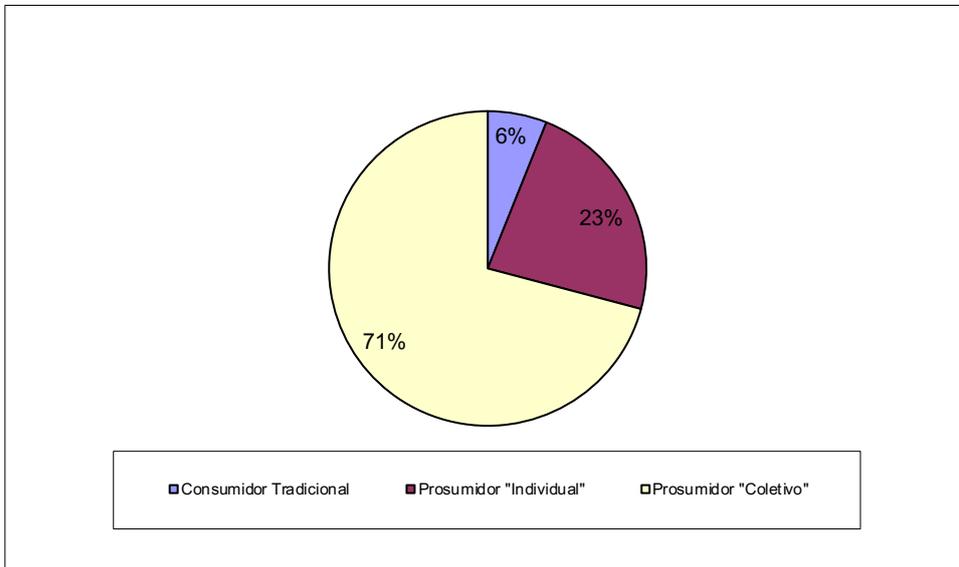
Consumidor Tradicional	0,06
Prosumidor "Individual"	0,23
Prosumidor "Coletivo"	0,71
0	0
0	0
0	0
	1

Anterior

Consumidor Tradicional	0,060
Prosumidor "Individual"	0,231
Prosumidor "Coletivo"	0,708
0	0
0	0
0	0
	1

dif

Consumidor Tradicional	-5,8E-05
Prosumidor "Individual"	-8,1E-05
Prosumidor "Coletivo"	0,000139
0	0
0	0
0	0
	0



Pasta: "Capacita_cons"

Autovetor (T)		
Consumidor Tradicional	0,281	0,060
Prosumidor "Individual"	1,077	0,231
Prosumidor "Coletivo"	3,302	0,709
	4,660	

T =

0,060	0,231	0,709
-------	-------	-------

elemento	w
Consumidor Tradicional	15
Prosumidor "Individual"	5,2
Prosumidor "Coletivo"	1,361

Autovalor **lamb. max**

lamb. max = T * w
o resultado deve ser o mais próximo do número de atributos: 3

lamb. max =

3,071

 Ok!

Consistência

CI = (lamb. max - n) / (n-1)
n = número de atributos

CI =

0,036

CR = CI / CA
CA = número randômico retirado da tabela:

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CA	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

CR < 0,10 valores coerentes

CR =

0,061

 Ok!

Pasta: "Operacional_Sol"

Operacional - Solução

Matriz das Ordenações

	produz energia	propicia oportunidades para capacitação
Consumidor Tradicional	0,060	0,060
Prosumidor "Individual"	0,231	0,231
Prosumidor "Coletivo"	0,709	0,709

Vetor Risco Operacional

produz energia

0,667

propicia oportunidades para capacitação

0,333

Vetor Solução - Risco Operacional

Consumidor Tradicional

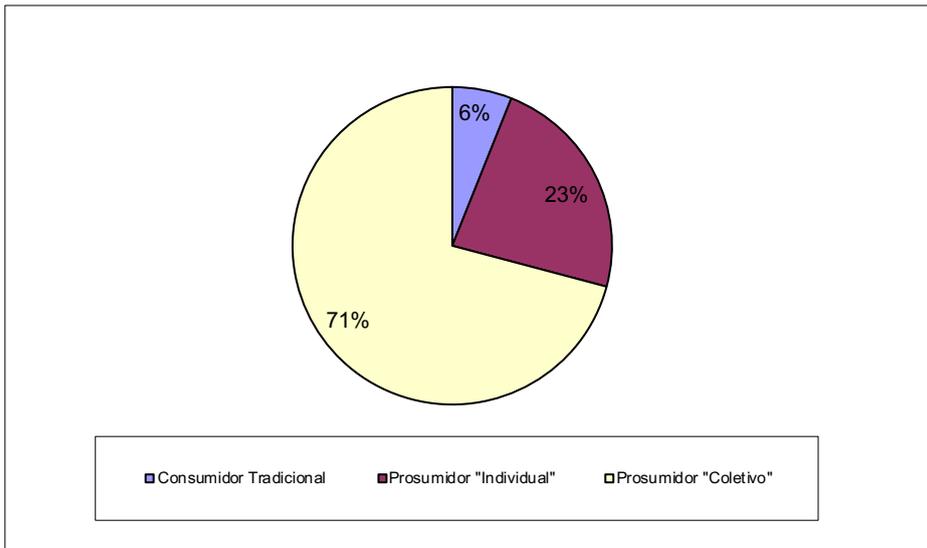
0,06

Prosumidor "Individual"

0,23

Prosumidor "Coletivo"

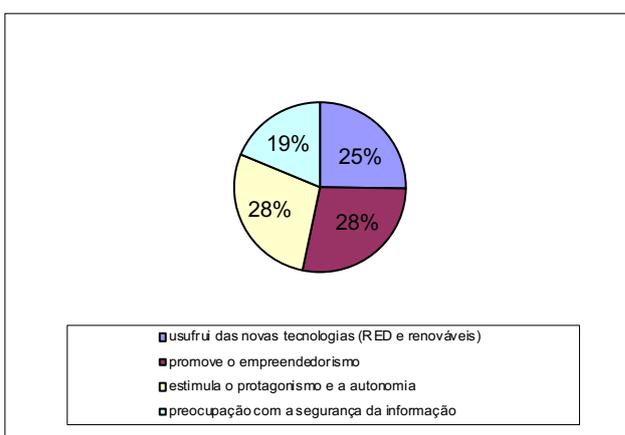
0,71



Pasta: “Empresarial”

Empresarial

Riscos de 2o nível	Peso	Normalizado
usufrui das novas tecnologias (RED e renováveis)	10,8	0,25
promove o empreendedorismo	12	0,28
estimula o protagonismo e a autonomia	12	0,28
preocupação com a segurança da informação	8	0,19
total	42,8	1



Pasta: “Empreende”

promove o empreendedorismo

	Consumidor Tradicional		Prosumidor "Individual"		Prosumidor "Coletivo"	
Consumidor Tradicional	1	1	1	6	1	9
Prosumidor "Individual"	6	1	1	1	1	3
Prosumidor "Coletivo"	9	1	3	1	1	1

Pasta "Emprende_calc"

Matriz A

	Consumidor Tradicional	Prosumidor "Individual"	Prosumidor "Coletivo"	0	0	0
Consumidor Tradicional	1	0,167	0,111			
Prosumidor "Individual"	6	1	0,333			
Prosumidor "Coletivo"	9	3	1			

Matriz A1

29	6,083	2,556
138	29	12,167
328,5	69	29

Matriz A2

Consumidor Tradicional	2520,000	529,167	222,236
Prosumidor "Individual"	12000,750	2520,000	1058,333
Prosumidor "Coletivo"	28575,000	6000,375	2520,000

Guia de cálculo:

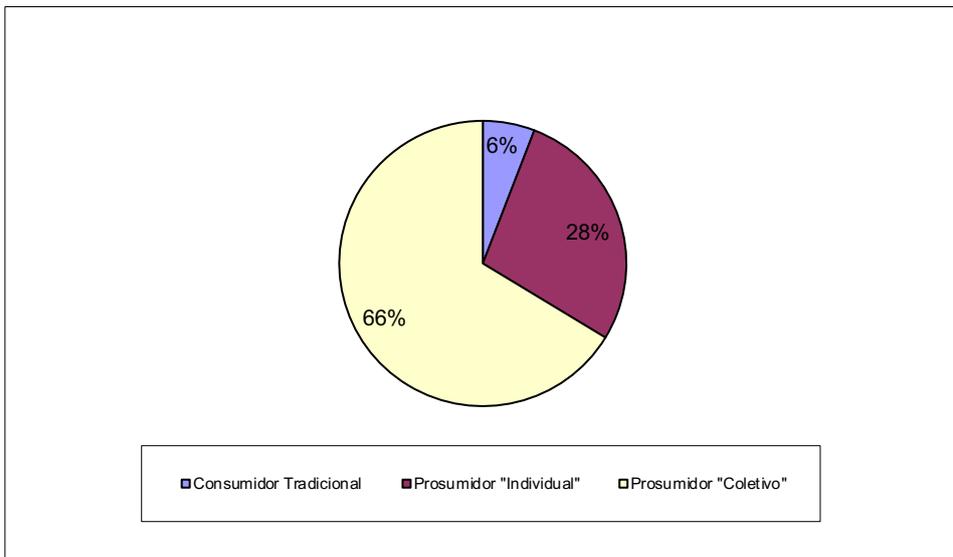
- Colar Matriz A em Matriz A1 - botão 1
 - Efetuar a convergência - botão 2
- Nota** Pressionar o botão 2 tantas vezes quanto necessário até que o vetor dif seja muito pequeno

Autovetor

Consumidor Tradicional	3271,403
Prosumidor "Individual"	15579,083
Prosumidor "Coletivo"	37095,375
0	0
0	0
0	0
0	55945,861

Autovetor normalizado

	Anterior	dif
Consumidor Tradicional	0,06	-3,4E-05
Prosumidor "Individual"	0,28	-4,2E-05
Prosumidor "Coletivo"	0,66	7,64E-05
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	1	0



Pasta: "Empreende_cons"

Autovetor (T)

Consumidor Tradicional	0,265	0,058
Prosumidor "Individual"	1,260	0,278
Prosumidor "Coletivo"	3,000	0,663
	4,524	

T =

0,058	0,278	0,663
-------	-------	-------

elemento

	w
Consumidor Tradicional	16
Prosumidor "Individual"	4,167
Prosumidor "Coletivo"	1,444

Autovalor

lamb. max

lamb. max = T * w
o resultado deve ser o mais próximo do número de atributos: 3

lamb. max =

3,054

 Ok!

Consistência

CI = $(\text{lamb. max} - n) / (n-1)$
n = número de atributos

CI =

0,027

CR = CI / CA
CA = número randômico retirado da tabela:

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CA	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

CR < 0,10 valores coerentes

CR =

0,046

 Ok!

Pasta: "Protag"

estimula o protagonismo e a autonomia

	Consumidor Tradicional		Prosumidor "Individual"		Prosumidor "Coletivo"	
Consumidor Tradicional	1	1	1	8	1	9
Prosumidor "Individual"	8	1	1	1	1	2
Prosumidor "Coletivo"	9	1	2	1	1	1

Pasta: "Protag_calc"

Matriz A

	Consumidor Tradicional	Prosumidor "Individual"	Prosumidor "Coletivo"			
Consumidor Tradicional	1	0,125	0,111	0	0	0
Prosumidor "Individual"	8	1	0,5			
Prosumidor "Coletivo"	9	2	1			
0						
0						

Matriz A1

28,361	4,293	2,600
187,222	28,361	17,170
309,063	46,806	28,361

Matriz A2

Consumidor Tradicional	2411,668	365,191	221,199
Prosumidor "Individual"	15926,307	2411,668	1460,764
Prosumidor "Coletivo"	26293,752	3981,577	2411,668
0			
0			

Guia de cálculo:

- 1 Colar Matriz A em Matriz A1 - botão 1
 - 2 Efetuar a convergência - botão 2
- Nota** Pressionar o botão 2 tantas vezes quanto necessário até que o vetor dif seja muito pequeno

Autovetor

Consumidor Tradicional	2998,058
Prosumidor "Individual"	19798,739
Prosumidor "Coletivo"	32686,997
0	0
0	0
0	0
	55483,794

Autovetor normalizado

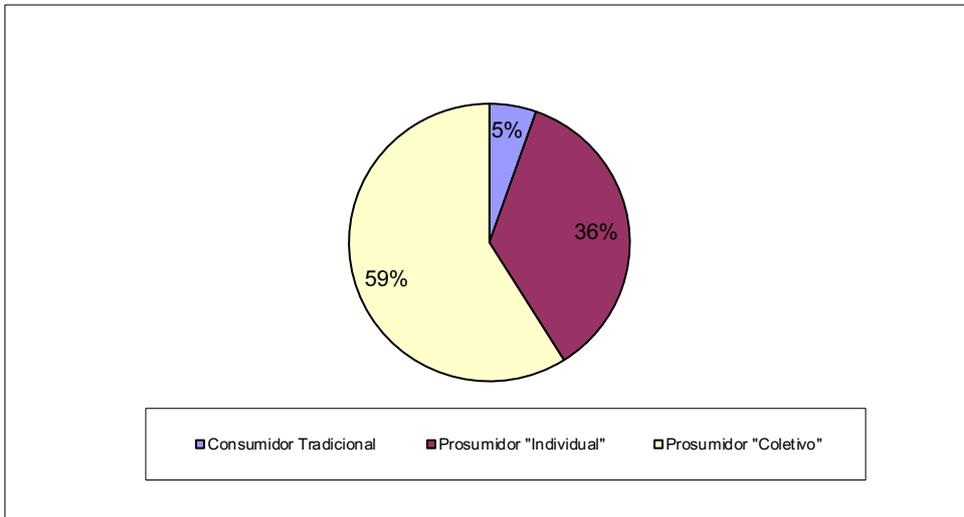
Consumidor Tradicional	0,05
Prosumidor "Individual"	0,36
Prosumidor "Coletivo"	0,59
0	0
0	0
0	0
	1

Anterior

Consumidor Tradicional	0,054
Prosumidor "Individual"	0,357
Prosumidor "Coletivo"	0,589
0	0
0	0
0	0
	1

dif

Consumidor Tradicional	-1,6E-05
Prosumidor "Individual"	-1,6E-05
Prosumidor "Coletivo"	3,22E-05
0	0
0	0
0	0
	0



Pasta: "Protag_cons"

Autovetor (T)

Consumidor Tradicional	0,240	0,054
Prosumidor "Individual"	1,587	0,357
Prosumidor "Coletivo"	2,621	0,589
	4,449	

T =

0,054	0,357	0,589
-------	-------	-------

elemento

	w
Consumidor Tradicional	18
Prosumidor "Individual"	3,125
Prosumidor "Coletivo"	1,611

Autovalor **lamb. max**

lamb. max = T * w
o resultado deve ser o mais próximo do número de atributos: 3

lamb. max =

3,037

 Ok!

Consistência

CI = (lamb. max - n) / (n-1)
n = número de atributos

CI =

0,018

CR = CI / CA
CA = número randômico retirado da tabela:

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CA	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

CR < 0,10 valores coerentes

CR =

0,032

 Ok!

Pasta: "Seg Info"

preocupação com a segurança da informação

	Consumidor Tradicional		Prosumidor "Individual"		Prosumidor "Coletivo"	
Consumidor Tradicional	1	1	1	5	1	7
Prosumidor "Individual"	5	1	1	1	1	1
Prosumidor "Coletivo"	7	1	1	1	1	1

Pasta: "Seg Info_calc"

Matriz A

	Consumidor Tradicional	Prosumidor "Individual"	Prosumidor "Coletivo"			
Consumidor Tradicional	1	0,2	0,143	0	0	0
Prosumidor "Individual"	5	1	1			
Prosumidor "Coletivo"	7	1	1			
0						
0						

Matriz A1

27,457	4,909	4,388
153,571	27,457	24,543
171,800	30,714	27,457

Matriz A2

Consumidor Tradicional	2261,527	404,317	361,421
Prosumidor "Individual"	12649,728	2261,527	2021,587
Prosumidor "Coletivo"	14151,111	2529,946	2261,527
0			
0			

Guia de cálculo:

1 Colar Matriz A em Matriz A1 - botão 1

botão 1

2 Efetuar a convergência - botão 2

botão 2

Nota Pressionar o botão 2 tantas vezes quanto necessário até que o vetor dif seja muito pequeno

Autovetor

Consumidor Tradicional	3027,266
Prosumidor "Individual"	16932,843
Prosumidor "Coletivo"	18942,584
0	0
0	0
0	0
	38902,692

Autovetor normalizado

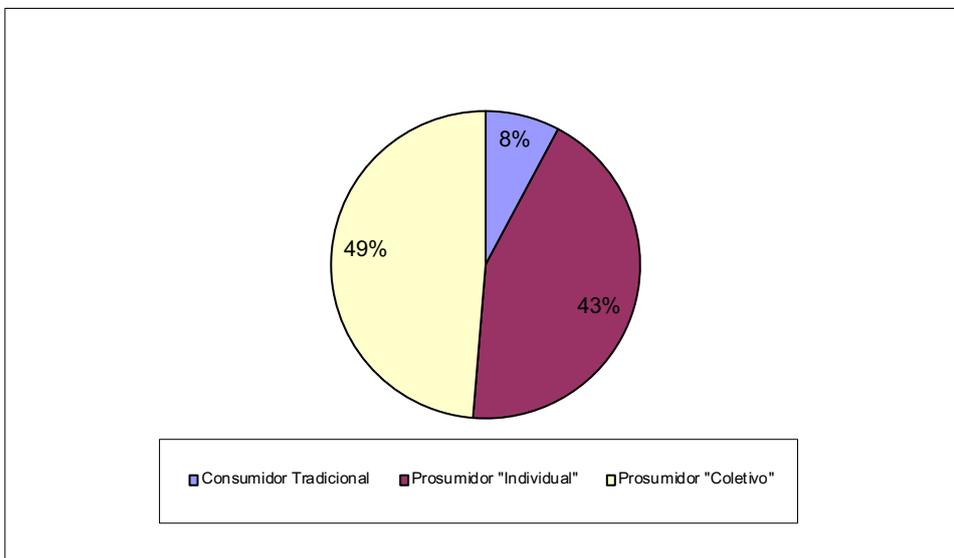
Consumidor Tradicional	0,08
Prosumidor "Individual"	0,44
Prosumidor "Coletivo"	0,49
0	0
0	0
0	0
	1

Anterior

Consumidor Tradicional	0,078
Prosumidor "Individual"	0,435
Prosumidor "Coletivo"	0,487
0	0
0	0
0	0
	1

dif

Consumidor Tradicional	-2,3E-06
Prosumidor "Individual"	2,04E-06
Prosumidor "Coletivo"	2,77E-07
0	0
0	0
0	0
	0



Pasta: "Seg Info_cons"

Autovetor (T)		
Consumidor Tradicional	0,306	0,078
Prosumidor "Individual"	1,710	0,435
Prosumidor "Coletivo"	1,913	0,487
	3,929	

T =

0,078	0,435	0,487
-------	-------	-------

elemento	w
Consumidor Tradicional	13
Prosumidor "Individual"	2,2
Prosumidor "Coletivo"	2,143

Autovalor **lamb. max**

lamb. max = T * w
o resultado deve ser o mais próximo do número de atributos: 3

lamb. max =

3,013

 Ok!

Consistência

CI = (lamb. max - n) / (n-1)
n = número de atributos

CI =

0,006

CR = CI / CA
CA = número randômico retirado da tabela:

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CA	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

CR < 0,10 valores coerentes

CR =

0,0109

 Ok!

Pasta: "Emp_Sol"

Empresarial - Solução

Matriz das Ordenações

usufrui das novas tecnologias (RED e renováveis)
promove o empreendedorismo
estimula o protagonismo e a autonomia
preocupação com a segurança da informação

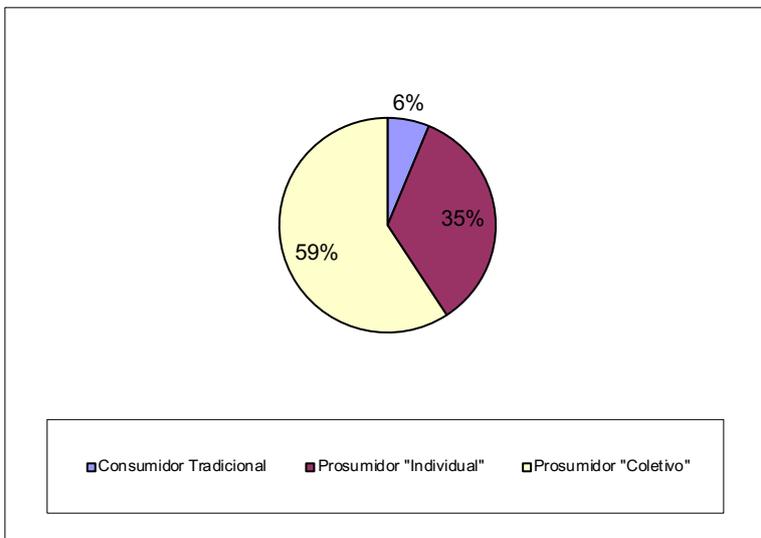
Consumidor Tradicional	0,065	0,058	0,054	0,078
Prosumidor "Individual"	0,340	0,278	0,357	0,435
Prosumidor "Coletivo"	0,595	0,663	0,589	0,487

Vetor Risco Empresarial

usufrui das novas tecnologias (RED e renováveis)	0,252
promove o empreendedorismo	0,280
estimula o protagonismo e a autonomia	0,280
preocupação com a segurança da informação	0,187

Vetor Solução - Risco Empresarial

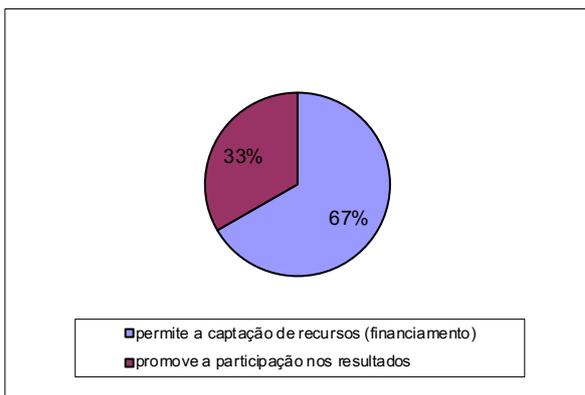
Consumidor Tradicional	0,06
Prosumidor "Individual"	0,35
Prosumidor "Coletivo"	0,59



Pasta: “Investimento”

Investimento

Riscos de 2o nível	Peso	Normalizado
permite a captação de recursos (financiamento)	24	0,67
promove a participação nos resultados	12	0,33
total	36	1



Pasta: “Capta”

permite a captação de recursos (financiamento)

	Consumidor Tradicional		Prosumidor "Individual"		Prosumidor "Coletivo"	
Consumidor Tradicional	1	1	1	4	1	9
Prosumidor "Individual"	4	1	1	1	1	5
Prosumidor "Coletivo"	9	1	5	1	1	1

Pasta: "Capta_calc"

Matriz A

	Consumidor Tradicional	Prosumidor "Individual"	Prosumidor "Coletivo"	0	0	0
Consumidor Tradicional	1	0,25	0,11			
Prosumidor "Individual"	4	1	0,2			
Prosumidor "Coletivo"	9	5	1			
0						
0						

Matriz A2

Consumidor Tradicional	2638,868	860,901	224,688
Prosumidor "Individual"	8088,754	2638,868	688,721
Prosumidor "Coletivo"	30992,423	10110,942	2638,868
0			
0			

Autovetor

Consumidor Tradicional	3724,456
Prosumidor "Individual"	11416,342
Prosumidor "Coletivo"	43742,233
0	0
0	0
0	0
	58883,031

Autovetor normalizado

	Anterior	dif
Consumidor Tradicional	0,06	-5,7E-05
Prosumidor "Individual"	0,19	-7,7E-05
Prosumidor "Coletivo"	0,74	0,000134
0	0	0
0	0	0
0	0	0
	1	1

Matriz A1

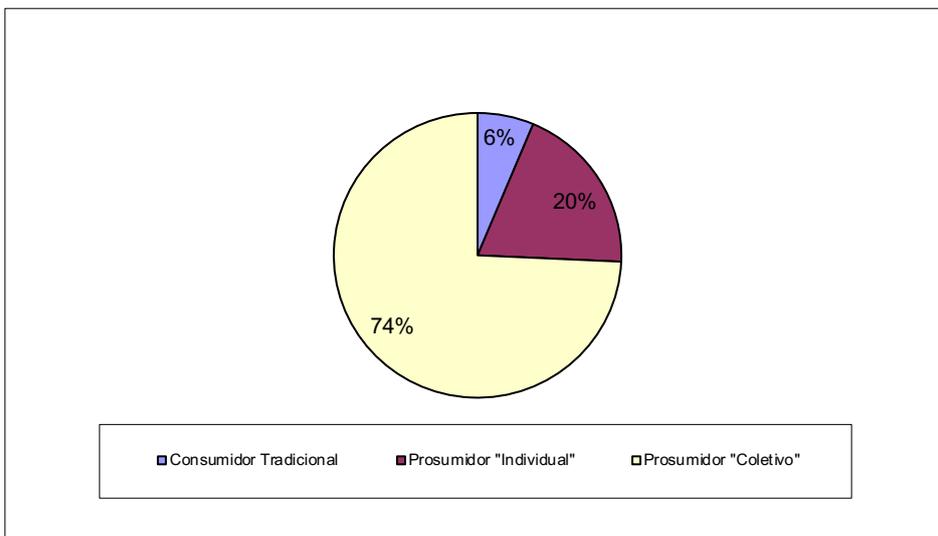
29,689	9,668	2,525
90,889	29,689	7,734
348,050	113,611	29,689

Guia de cálculo:

1 Colar Matriz A em Matriz A1 - botão 1 botão 1

2 Efetuar a convergência - botão 2 botão 2

Nota Pressionar o botão 2 tantas vezes quanto necessário até que o vetor dif seja muito pequeno



Pasta: "Capta_cons"

Autovetor (T)		
Consumidor Tradicional	0,303	0,063
Prosumidor "Individual"	0,928	0,194
Prosumidor "Coletivo"	3,557	0,743
	4,788	

T =

0,063	0,194	0,743
-------	-------	-------

elemento	w
Consumidor Tradicional	14
Prosumidor "Individual"	6,25
Prosumidor "Coletivo"	1,311

Autovalor lamb. max

lamb. max = T * w
o resultado deve ser o mais próximo do número de atributos: 3

lamb. max =

3,071

 Ok!

Consistência

CI = (lamb. max - n) / (n-1)
n = número de atributos

CI =

0,036

CR = CI / CA
CA = número randômico retirado da tabela:

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CA	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

CR < 0,10 valores coerentes

CR =

0,061

 Ok!

Pasta: "Result"

promove a participação nos resultados

	Consumidor Tradicional	Prosumidor "Individual"	Prosumidor "Coletivo"
Consumidor Tradicional	1 1	1 3	1 9
Prosumidor "Individual"	3 1	1 1	1 6
Prosumidor "Coletivo"	9 1	6 1	1 1

Pasta: "Result_calc"

Matriz A

	Consumidor Tradicional	Prosumidor "Individual"	Prosumidor "Coletivo"			
Consumidor Tradicional	1	0,333	0,111	0	0	0
Prosumidor "Individual"	3	1	0,167			
Prosumidor "Coletivo"	9	6	1			
0						
0						

Matriz A1

29	12,167	2,556
69	29	6,083
328,5	138	29

Matriz A2

Consumidor Tradicional	2520	1058,333	222,236
Prosumidor "Individual"	6000,375	2520	529,167
Prosumidor "Coletivo"	28575	12000,75	2520
0			
0			

Guia de cálculo:

1 Colar Matriz A em Matriz A1 - botão 1

botão 1

2 Efetuar a convergência - botão 2

botão 2

Nota Pressionar o botão 2 tantas vezes quanto necessário até que o vetor dif seja muito pequeno

Autovetor

Consumidor Tradicional	3800,569
Prosumidor "Individual"	9049,542
Prosumidor "Coletivo"	43095,75
0	0
0	0
0	0
	55945,861

Autovetor normalizado

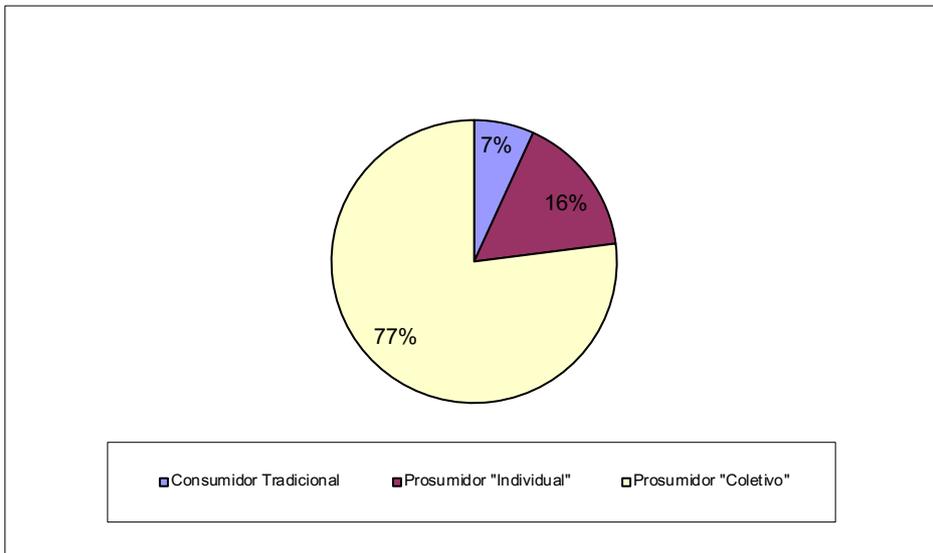
Consumidor Tradicional	0,07
Prosumidor "Individual"	0,16
Prosumidor "Coletivo"	0,77
0	0
0	0
0	0
	1

Anterior

Consumidor Tradicional	0,068
Prosumidor "Individual"	0,162
Prosumidor "Coletivo"	0,770
0	0
0	0
0	0
	1

dif

Consumidor Tradicional	-3,2E-05
Prosumidor "Individual"	-3,9E-05
Prosumidor "Coletivo"	7,12E-05
0	0
0	0
0	0
	0



Pasta: "Result_cons"

Autovetor (T)

Consumidor Tradicional	0,333	0,068
Prosumidor "Individual"	0,794	0,162
Prosumidor "Coletivo"	3,780	0,770
	4,907	

T =

0,068	0,162	0,770
-------	-------	-------

elemento

	w
Consumidor Tradicional	13
Prosumidor "Individual"	7,333
Prosumidor "Coletivo"	1,278

Autovalor **lamb. max**

lamb. max = T * w
o resultado deve ser o mais próximo do número de atributos: 3

lamb. max =

3,054

 Ok!

Consistência

CI = (lamb. max - n) / (n-1)
n = número de atributos

CI =

0,027

CR = CI / CA
CA = número randômico retirado da tabela:

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CA	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

CR < 0,10 valores coerentes

CR =

0,046

 Ok!

Pasta: "Inv_Sol"

Investimento - Solução

Matriz das Ordenações

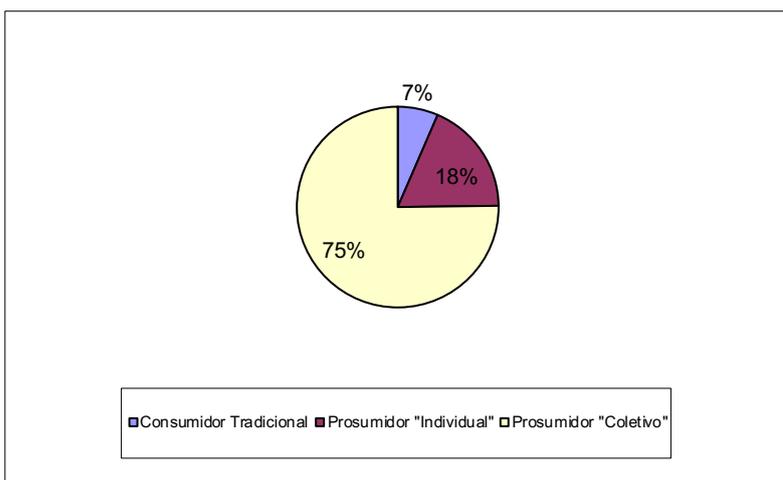
	permite a captação de recursos (financiamento)	promove a participação nos resultados
Consumidor Tradicional	0,063	0,068
Prosumidor "Individual"	0,194	0,162
Prosumidor "Coletivo"	0,743	0,770

Vetor Risco Investimento

permite a captação de recursos (financiamento)	0,667
promove a participação nos resultados	0,333

Vetor Solução - Risco Investimento

Consumidor Tradicional	0,06
Prosumidor "Individual"	0,18
Prosumidor "Coletivo"	0,75



Pasta: "Final"

Ordenação

Matriz Final

	Regulatório	Socioambiental	Operacional	Empresarial	Investimento
Consumidor Tradicional	0,07	0,08	0,06	0,06	0,06
Prosumidor "Individual"	0,26	0,32	0,23	0,35	0,18
Prosumidor "Coletivo"	0,66	0,61	0,71	0,59	0,75

Autovetor

Regulatório	0,50
Socioambiental	0,08
Operacional	0,07
Empresarial	0,12
Investimento	0,23

Vetor Solução

Consumidor Tradicional	0,07
Prosumidor "Individual"	0,26
Prosumidor "Coletivo"	0,67

1,0000

Ordenação		Ordenação
Prosumidor "Coletivo"	0,67	1
Prosumidor "Individual"	0,26	2
Consumidor Tradicional	0,07	3

