

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE ECONOMIA
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**GERAÇÃO FOTOVOLTAICA EM PROPRIEDADES
COM ESTUFAS ELÉTRICAS PARA SECAGEM DE
TABACO EM CRISTAL, RIO GRANDE DO SUL**

IGOR BECKER MORAES
matrícula nº: 110129548

ORIENTADOR: Prof. João Felipe Cury Marinho Mathias

JUNHO 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE ECONOMIA
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**GERAÇÃO FOTOVOLTAICA EM PROPRIEDADES
COM ESTUFAS ELÉTRICAS PARA SECAGEM DE
TABACO EM CRISTAL, RIO GRANDE DO SUL**

IGOR BECKER MORAES
matrícula n°: 110129548

ORIENTADOR: Prof. João Felipe Cury Marinho Mathias

JUNHO 2018

As opiniões expressas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do autor

Dedico esse trabalho aos meus pais, que por toda a vida nunca mediram esforços para contribuir com a minha educação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais por toda a dedicação para me proporcionar as benéncias, mesmo à distância, durante todos os anos em que estive no Rio de Janeiro.

Agradeço aos amigos que fiz no Instituto de Economia da UFRJ, sobretudo aqueles pertencentes ao grupo autointitulado “Professores” e aos membros da derrotada chapa Ágora.

Agradeço ao meu orientador, professor Cury, não só pelo auxílio na realização desse trabalho, mas pelas palavras e conselhos ao longo desses três anos.

Também agradeço a equipe da Assessoria de Análise e Pesquisa da Comissão de Valores Mobiliários, onde fui estagiário, por todo o conhecimento proporcionado pelo uso exaustivo de planilhas, que foi essencial na construção desse trabalho.

Cabe agradecimentos especiais a Daniel Duque pelas orientações com séries temporais e a Gabriela von Kap-herr pela busca de dados essenciais para a realização deste trabalho.

Há espaço para um agradecimento heterodoxo: ao químico italiano Leandro Panizzon pela criação da ritalina, o meu muito obrigado. O seu fármaco possibilitou superar períodos de desesperadora falta de concentração.

Por fim, agradeço ao povo brasileiro que contribuiu financiando a minha educação desde 2006.

RESUMO

Essa monografia analisa a viabilidade financeira da implantação de microgeração distribuída a partir de módulos fotovoltaicos como redutora de custos de energia elétrica para a secagem de tabaco no município de Cristal, Rio Grande do Sul. O trabalho tem como fio condutor a atividade fumageira, abordando aspectos econômicos nos níveis de União, Estado, Município e unidade produtora, passando pela microgeração no Brasil e culminando na viabilidade financeira na implantação de sistemas de geração elétrica a partir da irradiação solar na atividade fumageira. Os resultados demonstram que o investimento à vista é desinteressante se considerarmos a rentabilidade de aplicações financeiras e que o investimento à prazo às taxas praticadas é viável.

Palavras chave: fumo; microgeração distribuída; energia fotovoltaica; Cristal.

ABREVIATURAS, SIGLAS E CONVENÇÕES

AFUBRA	Associação dos Fumicultores do Brasil
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CEEE	Companhia Estadual de Energia Elétrica
CEPEL	Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
DEC	Duração Equivalente De Interrupção Por Unidade Consumidora
DEPLAN	Departamento de Planejamento Governamental do Estado do Rio Grande do Sul
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
FEC	Frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora
ha	Hectare
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
kWh	Kilowatt-hora
kWp	Kilowatt-pico
PAM	Produção Agrícola Municipal
PR	<i>Performance Ratio</i>
SPGG	Secretaria do Planejamento, Governança e Gestão do Estado do Rio Grande do Sul
ton	Tonelada
USD	<i>United States Dollars</i>

Lista de Equações

Equação 1 - Fator de queda de Performance devido a Indisponibilidade da Rede	37
--	----

Lista de Figuras

Figura 1– Mapa da produção de fumo do Rio Grande do Sul em folha nos estados em média de 2013 a 2015.....	18
Figura 2- Ilustração do processo de cura na estufa elétrica.....	33

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Produção e produtividade brasileira de tabaco	15
Gráfico 2 - Exportação de tabaco no Brasil: proporção do valor em dólares americanos dos produtos do tabaco nas exportações (%), produção em kgs exportada (%) e valor total das exportações (USD).....	17
Gráfico 3 - Produção (toneladas e proporção do total brasileiro) e valor da produção de tabaco no Rio Grande do Sul.....	19
Gráfico 4 - Área colhida, produção e peso relativo da produção de tabaco em Cristal.....	21
Gráfico 5 - Índice de produção de tabaco em folha do Brasil, Rio Grande do Sul e Cristal ...	21
Gráfico 6 - Decil da potência instalada dos conjuntos de microgeração distribuída no Brasil em abril de 2018.	29
Gráfico 7 - Número de usinas (milhares) e potência instalada (kWp) de conjuntos de microgeração distribuída no Rio Grande do Sul	30
Gráfico 8 - DEC dos conjuntos distribuidores de Cristal.....	32
Gráfico 9 - Geração de energia fotovoltaica conforme a hora do dia em um sistema de 2 kWp	37
Gráfico 10 - Tendência da DEC dos conjuntos distribuidores de Cristal - RS	38
Gráfico 11 - Rendimento dos sistemas de microgeração fotovoltaica considerando pagamento à vista, custo de oportunidade zero e sem remuneração do fluxo de caixa.....	40
Gráfico 12 - Rendimento dos sistemas de microgeração fotovoltaica considerando pagamento à vista, custo de oportunidade sendo o investimento em poupança e remuneração do fluxo de caixa através de depósitos em poupança.....	41
Gráficos 13 - Resultados de rendimento do investimento à vista dos conjuntos geradores de 3,3 kWp e de 4 kWp para a mudança nos preços da energia da distribuidora local.	42
Gráfico 14 - Rentabilidade dos investimentos financiados conforme a potência instalada.....	45
Gráfico 15 - Rentabilidade do investimento do sistema de 3,3 kWp financiado à taxa de 1% a.m.....	45
Gráfico 16 - Rentabilidade do investimento do sistema de 4 kWp financiado à taxa de 1% a.m.....	46

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Dados sobre a produção de tabaco em folha nos três principais produtores do mundo.....	14
Tabela 2 - Dados sobre produção de tabaco por região brasileira.....	16
Tabela 3 - Dados sobre produtos de lavouras temporárias do Rio Grande do Sul e do Brasil em 2016.....	19
Tabela 4 - Perfil da produção agrícola em lavouras temporárias no município de Cristal, RS para a safra de 2016.	20
Tabela 5- Custos de produção na lavoura de tabaco.....	33
Tabela 6 - Irradiação diária média (kWh/m ² dia) para angulações de planos. Fonte: CEPTEL. 36	
Tabela 7 - Resultados de rendimento do investimento à vista do conjunto gerador de 3,3 kWp para mudança nos parâmetros de DEC da rede local e degradação anual do sistema.....	43
Tabela 8 - Resultados de rendimento do investimento à vista do conjunto gerador de 4 kWp para mudança nos parâmetros de DEC da rede local e degradação anual do sistema.....	43
Tabela 9 - Resultados de rendimento do investimento à vista com o custo de oportunidade do capital como títulos do Tesouro Direto indexados ao IPCA.....	44
Tabela 10 - Rentabilidade do investimento considerando financiamento de 20 anos para o conjunto gerador e financiamento de 10 anos para a troca do inversor com descontos mensais, taxa de juros constante e remuneração dos fluxos de caixa à taxa de poupança.....	46
Tabela 11- Retorno dos investimentos em relação à variação do preço da energia da distribuidora local.	47
Tabela 12 Resultados de rendimento do investimento financiado do conjunto gerador de 3,3 kWp para mudança nos parâmetros de DEC da rede local e degradação anual do sistema. ...	47
Tabela 13 Resultados de rendimento do investimento financiado do conjunto gerador de 4 kWp para mudança nos parâmetros de DEC da rede local e degradação anual do sistema. ...	47
Tabela 14 - Síntese dos resultados obtidos.....	48

ÍNDICE

INTRODUÇÃO.....	12
CAPÍTULO I - A CADEIA FUMAGEIRA NO BRASIL.....	14
I.1 – A origem da fumicultura e a produção de tabaco no Brasil.....	15
I.2 - A atividade fumageira no Rio Grande do Sul.....	17
I.3 – A Fumicultura em Cristal, Rio Grande do Sul.....	20
I.4 – O Perfil do Fumicultor do Sul Brasileiro.....	22
I.5 - A dinâmica da produção do setor fumageiro.....	23
CAPÍTULO II - A MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA.....	26
II.1 – Geração distribuída e seus benefícios.....	26
III.2 – A Geração Fotovoltaica On-Grid.....	27
II.1 - Introdução a microgeração distribuída de energia elétrica no Brasil.....	27
II.3 -Microgeração no Rio Grande do Sul.....	29
II.4 – A qualidade da distribuição de energia elétrica em Cristal e os desafios para a implantação da microgeração.....	31
II.5 – A Energia Elétrica como Insumo da Produção Fumageira.....	32
CAPÍTULO III – ANÁLISE FINANCEIRA DA MICROGERAÇÃO DE ENERGIA PARA ESTUFAS ELÉTRICAS EM CRISTAL - RS.....	35
III.1 – Revisão das Metodologias em Estudos Anteriores.....	35
III.2 – A Metodologia.....	35
III.3. – Resultados da viabilidade de investimento à vista.....	40
III.3.1 - Resultados para potência instalada.....	40
III.3.2 – Resultados para preço da energia na distribuidora local.....	42
III.3.3 – Resultados para eficiência do sistema.....	43
III.3.4 – Resultados considerando o custo de oportunidade do investimento títulos do Tesouro Direto indexados ao IPCA.....	43
III.4 – Resultado para investimento financiado.....	44
III.4.1 – Resultado para potência instalada.....	44
III.4.2 – Resultados para taxa de juros.....	46
III.4.3 – Resultados para preço da energia elétrica da distribuidora local.....	47
III.4.4 – Resultados para eficiência do sistema.....	47

III.5 – Síntese do resultado obtido.....	48
CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
ANEXOS.....	55
Anexo 1) Valor de mercado de empresas fumageiras	55
Anexo 2) Dez maiores produtores de tabaco em folha do Brasil em 2017. Fonte: AFUBRA. 55	
Anexo 3) Dados da AFUBRA.....	56
Anexo 4) FEC, DEC, limites impostos pela ANEEL e compensações dos conjuntos distribuidores da CEEE de Camaquã e de São Lourenço do Sul	57
Anexo 5) Dados sobre FEC e DEC dos conjuntos de Camaquã (sufixo “cmq”) e de São Lourenço do Sul (sufixo “slc”).....	58
Anexo 6) Resultados dos testes de Dickey Fuller para as séries FEC e DEC do conjunto de distribuição de Camaquã e São Lourenço do Sul.....	59
Anexo 7) Resultados das regressões para as séries FEC e DEC do conjunto de distribuição de Camaquã e São Lourenço do Sul.....	60

INTRODUÇÃO

Em 2016 o consumo mundial de cigarros chegou a 5,7 trilhões segundo *The Tobacco Atlas*¹. O cigarro tem como princípio ativo primordial a nicotina, proveniente das folhas de plantas da espécie *Nicotiana tabacum*. Segundo a base de dados da FAO², em 2016 a produção de tabaco esteve presente em 130 países, com 63,6% da produção em massa na China, Índia e Brasil.

O Brasil foi o terceiro maior produtor de toneladas de tabaco em 2016 segundo a FAO. Segundo o IBGE³, a produção da folha no Brasil é feita precipuamente na região Sul, abrangendo os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul através de agricultura familiar. O destino da produção é na maior parte a exportação da folha seca, mas também provê matéria prima para os cigarros vendidos no mercado interno.

Um dos processos necessários feito pelos agricultores é a cura da folha, que nos últimos quinze anos obteve o incremento tecnológico da estufa elétrica: um sistema de injeção de ar através de turbinas acionadas com motores elétricos. Essa inovação faz com que a energia elétrica seja um insumo essencial para o processo produtivo.

Paralelamente é observada no Brasil a ampliação de microgeração fotovoltaica, país com potencial de geração em média acima de outras regiões que já implantaram esse sistema em maior escala, como a Alemanha⁴.

O presente trabalho visa apresentar um estudo de caso para a viabilidade financeira da implantação de microgeração distribuída de energia elétrica a partir de módulos fotovoltaicos no município de Cristal para propriedades agrícolas produtoras de tabaco visando a redução dos custos de secagem, apresentando, além de análise financeira, aspectos da atividade fumageira e da geração distribuída.

Para tanto o trabalho está estruturado em três capítulos. O capítulo 1 trata da cadeia fumageira no Brasil, abordando a produção a nível de união, estado e município e exibindo aspectos técnicos e comerciais da produção integrada de tabaco no Brasil.

¹American Cancer Society, *The Tobacco Atlas* - 6th version.

²FAO, FAOSTAT, dados de 2016, consulta em maio de 2018.

³IBGE, PAM, dados de 2016, consulta em maio de 2018.

⁴Agmar Ferreira et.al., Economic Overview Of The Use And Production Of Photovoltaic Solar Energy In Brazil.

O capítulo 2 trata da microgeração distribuída no Brasil, os seus benefícios e panorama no Brasil e no Rio Grande do Sul. Também é apresentada a dependência do sistema *on grid* pela segurança energética da rede distribuidora local e a situação da rede distribuidora de Cristal, Rio Grande do Sul. Por fim, o capítulo questiona o sistema de geração fotovoltaica como redutor de custos da produção de tabaco devido o consumo da estufa elétrica.

O capítulo três apresenta a metodologia e os resultados dos cálculos de viabilidade financeira de sistemas fotovoltaicos *on grid* para propriedades agrícolas produtoras de tabaco em diversos cenários.

CAPÍTULO I - A CADEIA FUMAGEIRA NO BRASIL

Este capítulo tem por objetivo exibir um panorama da atividade fumageira em diferentes níveis e demonstrar os aspectos da produção que caracterizam a atividade como agricultura familiar e produção integrada.

Em 2016 o consumo mundial de cigarros chegou a 5,7 trilhões segundo os dados levantados em American Cancer Society (2018). A China, maior consumidora, corresponde a aproximadamente 41,9% do total de cigarros fumados no mundo, com uma média de consumo anual de 2.043 cigarros por pessoa acima de 15 anos. A indústria de cigarros tem um valor de mercado de mais de 380 bilhões de dólares na Bolsa de Valores de Nova York, como mostram os dados disponíveis no anexo 1.

O tabaco é a principal matéria-prima do cigarro. As folhas da espécie *Nicotiana tabacum* são colhidas e secadas para, depois de tratadas, serem consumidas em cigarros ou charutos. Segundo FAO (2016), a China também é a maior produtora de tabaco no mundo, com aproximadamente 42% da produção mundial.

O Brasil é o terceiro maior produtor de tabaco do mundo, atrás da China e da Índia segundo os dados da FAO, como pode ser observado na tabela 1, com a produção de 675.545 toneladas na safra de 2016. São aproximadamente trezentos mil hectares plantados distribuídos entre cento e cinquenta mil famílias produtoras segundo dados da AFUBRA⁵.

Tabela 1 – Dados sobre a produção de tabaco em folha nos três principais produtores do mundo

País	Produção (ton)	Produção (% do total mundial)	Área plantada (ha)	Produtividade (kg/ha; classificação no mundo)
China	2.806.770	42,11%	1.259.549	2228,4 (33°)
Índia	761.318	11,42%	449.248	1694,6 (62°)
Brasil	675.545	10,14%	375.622	1798,5 (56°)

Fonte: FAO

⁵As menções a dados da AFUBRA, salvo aquelas explícitas nos anexos, fazem referência aos dados “Fumicultura no Brasil” disponíveis na página da entidade.

I.1 –A origem da fumicultura e a produção de tabaco no Brasil

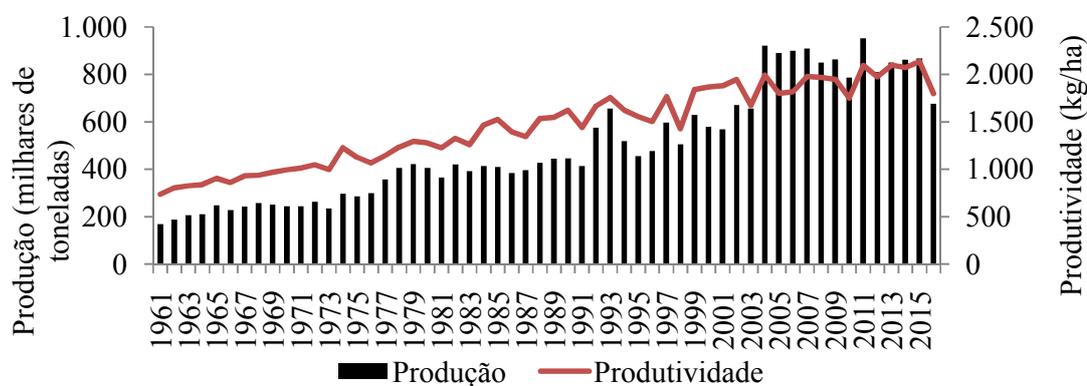
O tabaco é o produto do processamento das folhas das plantas da espécie *Nicotiniana tabacum* descoberta pelos europeus em 1492, conforme apresenta Vogt (1994), no aportamento da esquadra de Cristóvão Colombo à Ilha de Cuba. É uma planta com origem andina e foi espalhada pelo continente americano pela migração dos nativos. Os ameríndios já cultivavam o tabaco antes mesmo da colonização do Brasil.

O nome da planta deriva do diplomata francês Jean Nicot, que descobriu efeitos terapêuticos da infusão da planta e disseminou o vegetal pela Europa no século XVII, conforme apresenta Ismael (2007).

O trabalho de Vogt (1994) explica que a importância comercial do tabaco no Brasil começou no período colonial, onde era produzido em pequenas propriedades no Nordeste brasileiro em concomitância com a criação de gado e tinha três destinos. Seu destino principal era Lisboa, onde era novamente exportado para o resto da Europa. O segundo destino era a costa africana, onde era usado como mercadoria para adquirir mão-de-obra escrava. O terceiro destino era o mercado interno.

A produção e a produtividade brasileira de tabaco é crescente de 1961 a 2016 conforme mostrado no gráfico 1. A produção saltou de 167 milhares de toneladas em 1961 para mais de 675 milhares de toneladas em 2016. Já a produtividade média aumentou de 737 kg/ha em 1961 para 1798 kg/ha em 2016. Uma possível causa para a retração da produção é a redução da área plantada acompanhando a retração da demanda por cigarros na Europa. A queda no consumo de cigarros na Europa pode ser observada em American Cancer Society (2018).

Gráfico 1 - Produção e produtividade brasileira de tabaco



Fonte: FAO

Apesar de a atividade fumageira ter começado no Nordeste brasileiro, atualmente a região Sul, compreendendo os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, apresenta um total de 98,7% da produção nacional de folha em quilos na safra de 2016 conforme apresenta a tabela 2. A concentração da produção não é explicada por aspectos geográficos físicos, visto que a planta se adapta a várias condições climáticas. A densidade da distribuição da produção no território brasileiro geralmente é justificada pela existência de mão-de-obra familiar abundante em propriedades pequenas, como apresenta Vogt (1994).

Tabela 2 - Dados sobre produção de tabaco por região brasileira

Região	Produção (ton)	Produção (proporção do total nacional em toneladas)	Produtividade (kg/ha)	Valor da produção (milhares de R\$)	Valor da produção (% do total das lavouras temporárias na região)
Brasil	675.545	100,00%	1.798	5.720.751	2,19
Paraná	146.870	21,74%	2.011	1.048.353	2,76
Santa Catarina	195.033	28,87%	1.784	1.778.284	19,45
Rio Grande do Sul	325.305	48,15%	1.768	2.852.260	7,94

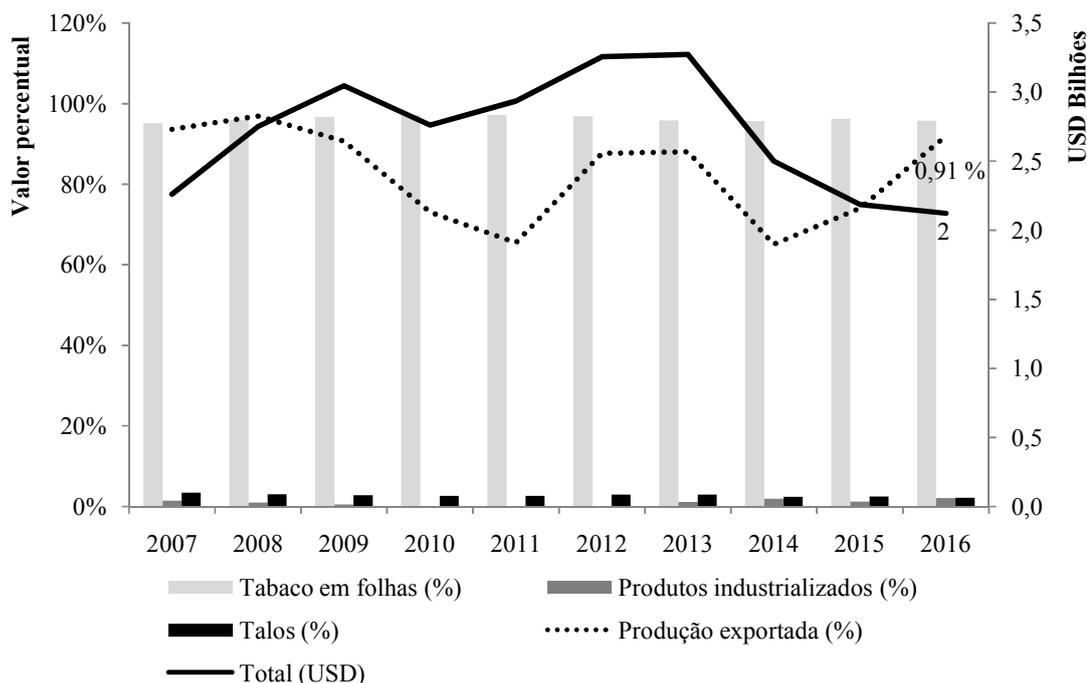
Fonte: PAM-IBGE

Em 2016, 92% da produção de tabaco, em peso, foi exportada no estado de folha, correspondendo a aproximadamente 2 bilhões de dólares americanos e 95,8% do valor das exportações envolvendo produtos da indústria fumageira, conforme mostrado no gráfico 2, destacando a posição do Brasil como produtor primário e exportador. Nos últimos 10 anos de dados fornecidos pela AFUBRA (2007 a 2016) a exportação em folha foi responsável por ao menos 95% da receita das exportações.

Na safra de 2017 é constatado pela AFUBRA a geração de um total de 697.158 empregos diretos, sendo 94,3% destes na lavoura e o restante na indústria.

O faturamento de tabaco em folha representa 2,19% do total de receitas de lavouras temporárias nacionais.

Gráfico 2 - Exportação de tabaco no Brasil: proporção do valor em dólares americanos dos produtos do tabaco nas exportações (%), produção em kgs exportada (%) e valor total das exportações (USD).



Fonte: AFUBRA

A partir de um cruzamento de dados de valor da produção por hectare da Pesquisa Agrícola Municipal do IBGE e dos custos de produção de Santos (2015) é possível concluir que a rentabilidade das lavouras de tabaco foi de aproximadamente 76% em 2015, desconsiderando a remuneração da mão-de-obra familiar. Dentre os custos, os insumos da lavoura representam 34% do total, sendo 83% destes custos com adubos. A mão-de-obra contratada, além da familiar, representa 27% e os custos com insumos para a cura do tabaco (lenha e energia elétrica) correspondem a 31% do total. Segundo esse cálculo, o lucro por hectare do cultivo de tabaco Virgínia, a variedade mais produzida no Brasil, em 2015 foi de R\$ 6.278,35.

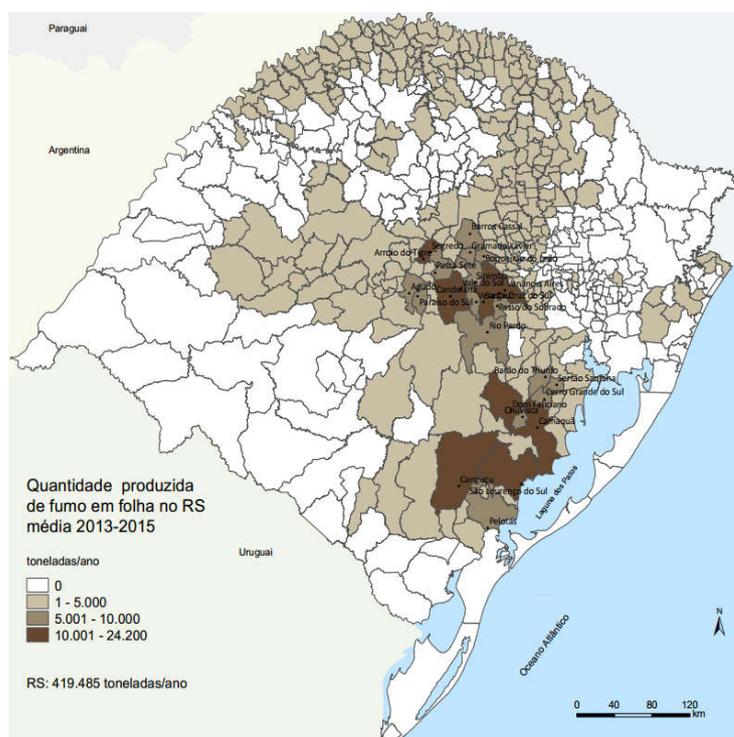
I.2 - A atividade fumageira no Rio Grande do Sul

O Rio Grande do Sul é o maior produtor de fumo do Brasil e responsável por aproximadamente 5% da produção mundial. As principais regiões produtoras são o Vale do Rio Pardo, no centro do estado, e a região da Lagoa dos Patos, no Sul, como é possível observar na figura 1. Segundo a AFUBRA, na safra de 2017 as três cidades que mais

produziram no Brasil são gaúchas, como é possível ver no anexo 5. Também é dado que em 2017 das cidades mais produtoras, sete das dez primeiras também são gaúchas.

As principais fumageiras, empresas que compram e processam as folhas secas de fumo, se encontram no Vale do Rio Pardo, nas cidades de Santa Cruz do Sul e Venâncio Aires. As empresas Souza Cruz, Alliance One, Philip Morris, Japan Tobaccos International, Universal Leaf e China Brasil Tabacos são fumageiras com maior poder de mercado, com forte participação de capital internacional.

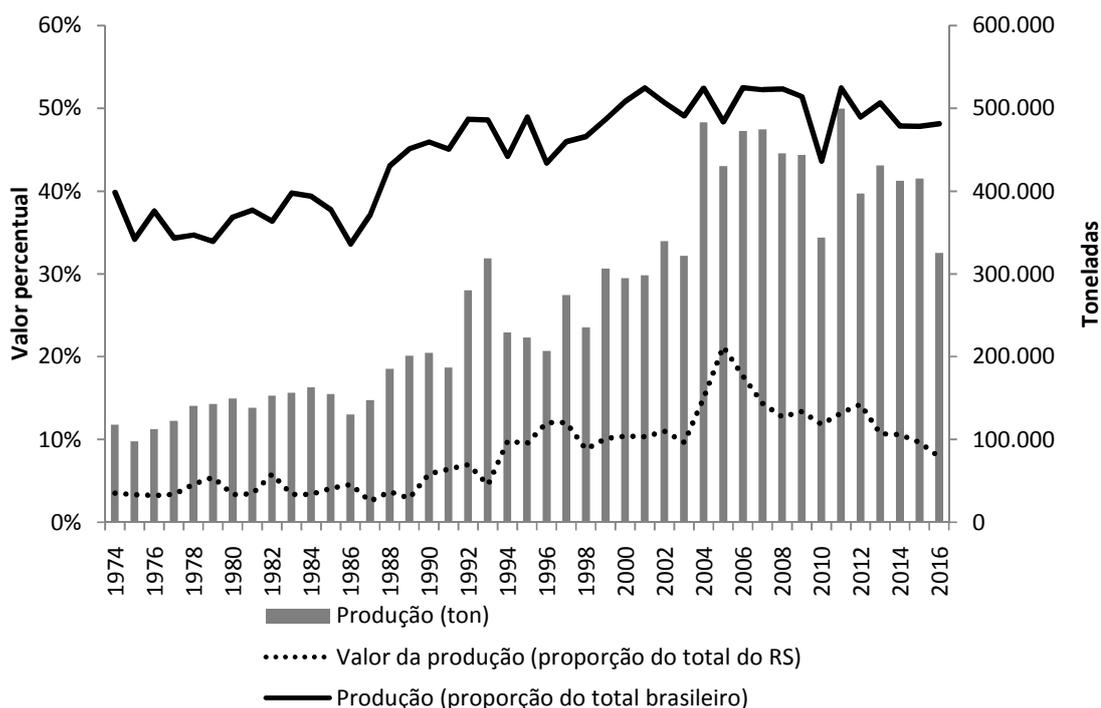
. Figura 1– Mapa da produção de fumo do Rio Grande do Sul em folha nos estados em média de 2013 a 2015



Fonte: IBGE/PAM, elaboração: PSGG/DEPLAN

O gráfico 3 apresenta a evolução da produção no estado do Rio Grande do Sul. É notável que a participação gaúcha no agregado nacional é relevante e teve um aumento de patamar a partir dos anos 1990. Não surpreendentemente, visto que a produção nacional cresceu nas últimas décadas e o Rio Grande do Sul possui grande participação na produção nacional, a produção gaúcha aumentou aproximadamente 175% entre 1974 e 2016.

Gráfico 3 - Produção (toneladas e proporção do total brasileiro) e valor da produção de tabaco no Rio Grande do Sul



Fonte: PAM – IBGE

O fumo é um dos principais produtos agrícolas de lavouras temporárias do Rio Grande do Sul. Na safra de 2016 ficou em quarto lugar em receita bruta, com 7,94% do total gaúcho, logo atrás do milho, com 8,18%. O tabaco gaúcho também representa 1,51% do total de receitas de lavouras temporárias nacionais. O RS também produz, em relação ao Brasil, 49% da produção em toneladas e 49,86% da receita bruta em folha. Esses e outros dados podem ser conferidos na tabela 3.

Tabela 3 - Dados sobre produtos de lavouras temporárias do Rio Grande do Sul e do Brasil em 2016.

Produto	Produção gaúcha: proporção do valor da produção (R\$) em relação ao total do Rio Grande do Sul	Produção brasileira: proporção do valor da produção (R\$) em relação ao total do Brasil	Proporção da produção gaúcha em relação a produção nacional (ton)	Proporção da produção gaúcha em relação a produção nacional (R\$)
Soja (em grão)	52,42%	40,11%	16,40%	17,96%
Arroz (em casca)	16,75%	3,34%	54,66%	68,98%
Milho (em grão)	8,18%	14,40%	4,94%	7,80%
Fumo (em folha)	7,94%	2,19%	49,00%	49,86%
Trigo (em grão)	3,65%	1,54%	35,94%	32,50%

Fonte: PAM-IBGE

I.3 – A Fumicultura em Cristal, Rio Grande do Sul

O município de Cristal encontra-se na região Sul do Rio Grande do Sul, próximo a Lagoa dos Patos e faz fronteira com os municípios de Camaquã, Amaral Ferrador, Canguçu e São Lourenço do Sul. Com a exceção de Amaral Ferrador, as cidades vizinhas estão entre as dez maiores produtoras de tabaco em folha na safra de 2017, destacando a importância da atividade fumageira na região.

Tabela 4 - Perfil da produção agrícola em lavouras temporárias no município de Cristal, RS para a safra de 2016.

Cultura	Área cultivada (proporção do total de lavouras temporárias do município)	Renda obtida proporção do total das rendas de lavouras temporárias no município)	Renda por hectare (R\$)
Tabaco	14%	22,9%	R\$ 14.613
Soja	51,26%	24,6%	R\$ 1.958
Arroz	32,04%	42,5%	R\$ 5.433

Fonte: PAM-IBGE

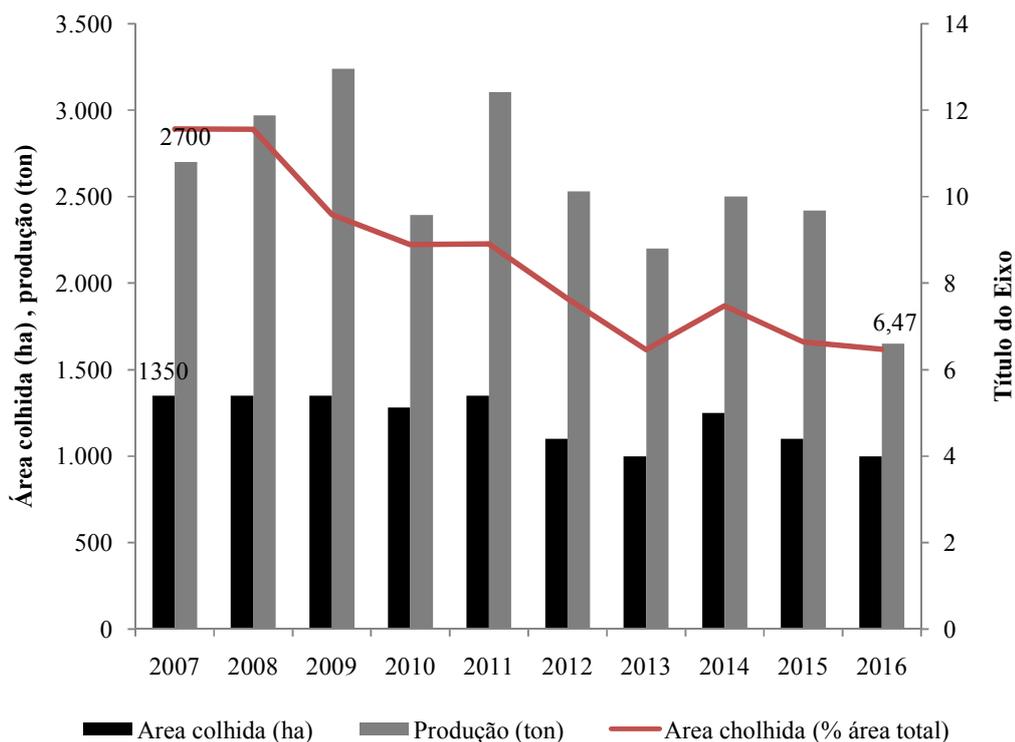
A tabela 4 mostra as principais culturas temporárias em área plantada no município. A soja fica em primeiro lugar, seguida do arroz, e em terceiro lugar o fumo. Todavia, o valor da produção do fumo é mais do que proporcional à área plantada, correspondendo a R\$ 14.613,00 por hectare, 2,69 vezes maior do que a lavoura de arroz e 7,46 vezes maior do que a lavoura de soja. Na tabela também é mostrado que 22,9% da renda de lavouras temporárias do município é proveniente da cultura do fumo.

Segundo dados da AFUBRA disponíveis no anexo 3, a média da produção em 2017 foi de 2.430 kg por hectare, o que representa uma média de faturamento de R\$ 18.930,60 por hectare, 7,2% abaixo da média da região Sul do Brasil.

Ainda dentro dos dados apresentados pelo anexo 3, o município conta com 255 famílias produtoras e 434 estufas, numa média de 1,7 estufa por família produtora. Toda a produção de tabaco de Cristal é do tipo Virgínia.

Os aspectos da produção mostrados no gráfico 4 mostram uma queda mais que proporcional na produção em toneladas quando comparada em relação à queda da área plantada. Também é notável que a queda da participação da área cultivada em relação ao total do município teve queda consistente, provavelmente devido ao aumento da área de cultivo de outras culturas.

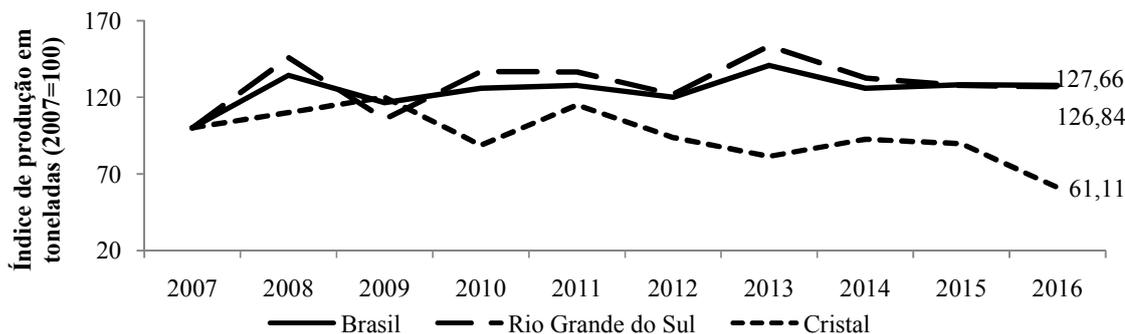
Gráfico 4 - Área colhida, produção e peso relativo da produção de tabaco em Cristal



Fonte: PAM-IBGE

O gráfico 5 mostra que o município de Cristal não seguiu a tendência brasileira de aumento da produção em toneladas no período de 2007 a 2016. Enquanto o Brasil acumulou um aumento de 27,66% e o Rio Grande do Sul 26,48%, Cristal perdeu 38,89% da produção nessa janela de dez anos. Riquinho & Hennington (2014) atribuem a queda de produtividade da cultura do tabaco ao uso exaustivo do solo.

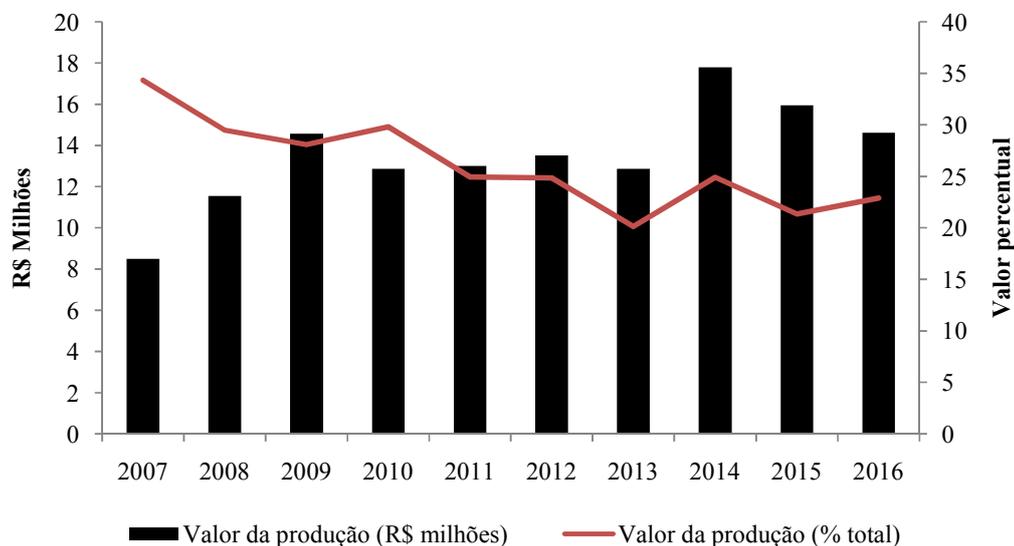
Gráfico 5 - Índice de produção de tabaco em folha do Brasil, Rio Grande do Sul e Cristal



Fonte: PAM-IBGE

O gráfico 6 mostra que o valor da produção de tabaco dentre as lavouras temporárias de Cristal vem caindo em participação nos 10 períodos avaliados, mas ainda representa aproximadamente um quarto do montante da receita de lavouras temporárias do município.

Gráfico 6 - Valor nominal e relativo da produção de tabaco em Cristal



Fonte: PAM-IBGE

Apesar da importância da cultura do tabaco no município, a participação do município na produção do estado do Rio Grande do Sul é pequena, correspondendo a 0,51%.

I.4 – O Perfil do Fumicultor do Sul Brasileiro

Os dados agregados para os estados da região Sul do Brasil para a safra de 2017 segundo a AFUBRA mostram que das aproximadamente 150 mil famílias produtoras de fumo, 38 mil não possuem terra e trabalham em regime de parceria. O tamanho médio das propriedades dedicadas a cultura do fumo é de 14,2 hectares, e, em média, somente 16,9% da área da propriedade rural é dedicada ao cultivo do tabaco, o que corresponde a 51% da renda de propriedade. A renda per capita anual média bruta de um produtor de fumo é de R\$ 26.736.

Os fumicultores em geral têm escolaridade baixa, 89,5% possuem ensino fundamental incompleto e 96,4% não passaram do ensino fundamental.

A média de pessoas envolvidas na produção de fumo por propriedade é de aproximadamente quatro pessoas⁶, com a contratação de uma e o restante como mão-de-obra familiar, o que se encaixa na agricultura familiar, onde, além da família, é possível a contratação de até quatro pessoas.

Esses dados corroboram com a visão da atividade agrícola do tabaco ser altamente intensiva em mão-de-obra e, embora o manejo do solo seja mecanizado na maior parte das propriedades, a mão-de-obra ainda é o fator limitante da produção.

I.5 - A dinâmica da produção do setor fumageiro

Segundo dados da AFUBRA, a folha mais produzida no Brasil é a tipo Virgínia, caracterizado como “fumo de estufa” pela necessidade de secagem com fornalha. O ciclo de produção da folha consiste em etapas de manejo do solo, manejo da planta e manejo da folha. Quanto ao solo, o primeiro passo é destruir a vegetação espontânea ou a cobertura de solo, caso tenha sido semeada, com auxílio de grade de disco ou herbicida. É também recomendado a correção da acidez do solo através de calcário agrícola, sendo necessário o procedimento de subsolagem na lavoura para melhor absorção do corretor. Em seguida são feitas as aleiras em que as linhas de plantio serão dispostas. Em relação as plantas, o primeiro passo é a semeadura. A semeadura é feita em bandejas de isopor de duzentas células contendo substrato para germinação. Logo após, as bandejas são dispostas em viveiros cobertos com uma lâmina d’água suficiente para que as bandejas permaneçam flutuando. Já nessa etapa são usados adubos químicos e fungicidas para garantir o vigor e a saúde das mudas. Ao atingir tamanho suficiente para o transplante, aproximadamente 80 dias depois da semeadura, as mudas são dispostas nas aleiras.

Já plantadas nas linhas, as plantas recebem aplicação de herbicidas e de uma a duas capinas ao longo de seu desenvolvimento para evitar a vegetação espontânea, que diminui a absorção de luz e nutrientes. Também são aplicados adubos químicos para o vigor

⁶ A AFUBRA considera que os menores de idade não trabalham na produção da folha, o que é contestado por diversos autores. “A produção do fumo é um trabalho eminentemente manual. Ou seja, a atividade fumageira na propriedade do colono se caracteriza por ser quase artesanal, envolvendo maciçamente a mão-de-obra familiar, sem distinção de sexo e idade. Velhos e crianças participam ativamente do trabalho, visto que boa parcela das tarefas são leves e não exigem grande esforço físico.” (VOGT, 1994, p. 139); “Dentro do contexto de inconvenientes que envolvem a fumicultura, existe a utilização do trabalho infantil de membros da família, em uma atividade que sabidamente é degradante” (Dutra, E.J.; Hilsinger, R., 2013, p. 31)

das plantas e, ao desenvolver flor, é feita a poda da mesma para que os nutrientes da planta se concentrem no desenvolvimento das folhas.

A fase da colheita é feita manualmente, começando pelas folhas de baixo. As folhas são armazenadas em bolsas e transportadas para um galpão, onde serão grampeadas em varas e penduradas nas estufas elétricas. A secagem é feita de cinco a sete dias nas estufas elétricas, em que um aparelho digital controla condições de temperatura e umidade, bombeando ar e gotículas de água conforme os parâmetros definidos nas etapas da secagem.

Muitas propriedades possuem mais de uma estufa. A disponibilidade de mais estruturas para secagem do tabaco, além de aumentar o escoamento no processo de cura, diminui o período em que o produtor precisa controlar, ininterruptamente, a vazão de lenha nas fornalhas.

Após a secagem as folhas são classificadas manualmente segundo critérios de posicionamento vertical na planta e qualidade. Assim que classificadas, são prensadas e enfardadas para o transporte até as fumageiras. Segundo a AFUBRA, o rendimento médio bruto do tabaco por hectare em 2017 foi de R\$ 20.402.

Atualmente o regime de produção de fumo é o modelo de produção integrada, modelo inserido pelo complexo agroindustrial com forte presença de capital internacional. O modelo de produção integrada padroniza os processos para homogeneizar o produto e aprimorar as técnicas de cultivo.

A cada início de período são feitos contratos entre as fumageiras e os produtores. Esses contratos determinam a quantidade de mudas que o agricultor plantará e garantem um percentual mínimo de compra da produção pela fumageira, financiamentos para a compra de insumos agrícolas e seguro da lavoura. Vale destacar que o percentual mínimo serve também para garantir os interesses de demanda da fumageira, para que intermediários ou concorrentes não comprem a safra dos produtores contratados.

O regime de produção integrada facilita o produtor. Além da garantia de compra do produto, o fumicultor tem vantagens para obter financiamentos e seguros a taxas menores do que as praticadas nos bancos comerciais, auxílio na gestão da lavoura através de funcionários técnicos agrícolas das firmas e o transporte da mercadoria que também é feito pela fumageira.

A fase da venda é feita com a presença do produtor na sede da fumageira. Os fardos de folha são classificados por funcionários da fumageira e o produtor pode aceitar a oferta ou não. Os descontos dos financiamentos são feitos diretamente depois da venda do produto, diminuindo a burocracia e os custos transacionais.

É importante frisar que novas técnicas, processos, insumos e quaisquer ações na produção são introduzidas verticalmente, da fumageira para o produtor. Considerando a estrutura rígida da produção de tabaco, as decisões disponíveis ao produtor que segue as recomendações técnicas da fumageira são poucas, como a marca das ferramentas e número de estufas para a cura da folha.

Sendo assim, a introdução de novas tecnologias na produção de fumo que são alheias às recomendações das empresas fumageiras contratadas dependem da avaliação dos benefícios, financeiros ou não, a partir dos produtores. Essa avaliação também deve considerar as restrições orçamentárias da agricultura familiar. Contudo, o baixo nível de escolaridade do produtor médio pode ser um empecilho na avaliação de inovações com múltiplos parâmetros de desempenho, como é o caso da energia fotovoltaica.

CAPÍTULO II - A MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA

O objetivo do capítulo é evidenciar os benefícios da geração distribuída. Para tanto serão apresentados um panorama da microgeração distribuída no Brasil e da microgeração distribuída no Rio Grande do Sul. Serão apresentados também os dados da distribuição de energia em Cristal e a relação com a microgeração distribuída bem como a energia elétrica como insumo da produção fumageira e a possibilidade de introdução da microgeração fotovoltaica.

II.1 – Geração distribuída e seus benefícios

Segundo a Resolução Normativa nº 482 de 2012 da ANEEL, a geração distribuída consiste em aproveitar fontes primárias de energia de recursos disponíveis na propriedade, transformar em energia elétrica através de algum tipo de mecanismo que converta a natureza da fonte primária e conectar à rede local de distribuição. As conversões, segundo Reis (2011) podem ser a partir de energia mecânica (ventos ou queda d'água), química (gases ou biomassa), eletromagnética (irradiação solar) ou térmica (concentração de calor solar).

Esse sistema exige a utilização do medidor de consumo eletrônico para fazer o balanço entre a energia excedente, introduzida na rede, e a energia consumida da rede. O sistema também exige, além da geração da corrente, o uso do inversor (ou conversor) para adequar a corrente (contínua ou alternada) e sua tensão. Esse inversor necessita um dispositivo anti-ilhamento, que desfaz a conexão da geração distribuída com a rede local no momento em que o suprimento externo é cortado para evitar acidentes no restabelecimento da corrente da distribuidora.

Os benefícios da geração distribuída são de diversas naturezas conforme apresenta Barbosa *et al* (2013). Financeiramente há a possibilidade de redução do gasto com energia elétrica, quando comparado ao custo de utilizar a rede da distribuidora local.

Esse tipo de energia também contribui para uma estratégia de desenvolvimento de baixo carbono. A geração distribuída contribui ambientalmente, pois geralmente utiliza recursos renováveis e não aproveitados, melhorando as fontes primárias e podendo até

diminuir os impactos ambientais dentro da propriedade, como na biomassa e no biogás, em que o potencial energético dos resíduos da produção é aproveitado.

Tecnicamente a geração distribuída aumenta a eficiência das redes com a diminuição da distância entre produção e consumo. As perdas técnicas corresponderam a aproximadamente a metade das perdas de energia do Brasil no período de abril de 2017 a abril de 2018.

Estrategicamente, do ponto de vista de segurança energética, aumenta a capacidade instalada conforme a demanda e distribui geograficamente a geração, algo de relevância considerável no Brasil, país com linhas de transmissão extensas.

III.2 – A Geração Fotovoltaica On-Grid

A geração fotovoltaica é a energia produzida a partir de fotocélulas que converte em corrente elétrica a irradiação solar proveniente da fusão nuclear do hidrogênio. A principal tecnologia de construção das fotocélulas comerciais hoje é a de silício monocristalino, apresentando uma eficiência de aproximadamente 15% na conversão como mostra EPE (2012).

O sistema fotovoltaico *on grid* engloba um conjunto de módulos fotovoltaicos - que por sua vez são um conjunto de células fotovoltaicas conectadas em série - popularmente chamados de placas - um inversor e um medidor eletrônico ou medidor inteligente.

Nesse sistema a conexão com a rede distribuidora local é primordial porque não existe armazenamento de energia e a tensão e frequência do conjunto gerador é equalizada pela rede externa.

De modo simplificado, o funcionamento é o seguinte: a corrente é gerada nos módulos, adaptada às condições da rede no inversor e o balanço entre produção e consumo é compensado pelo medidor inteligente.

II.1 - Introdução a microgeração distribuída de energia elétrica no Brasil

A geração distribuída é descrita e regulamentada no Brasil pela ANEEL na resolução nº 482, de 17 de abril de 2012 e posteriormente editada pela resolução nº 687 de 24 de novembro de 2015. A regulamentação conta com o sistema de compensação de energia

elétrica, fazendo com que o saldo da geração (consumo subtraído da produção) seja compensado financeiramente junto a distribuidora caso seja deficitário e com créditos de energia ativa, a serem gastos em até sessenta meses após o período da fatura.

Microgeração distribuída: 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. (ANEEL, 2015, p.1).

Segundo dados concatenados da ANEEL, o crescimento da microgeração distribuída desde 2012, marco zero da regulação, é expressivo em termos relativos, pelo menos triplicando a capacidade instalada anualmente até 2018, onde em abril se atingiu a marca de 25.100 usinas e 188.860 KW de capacidade instalada.

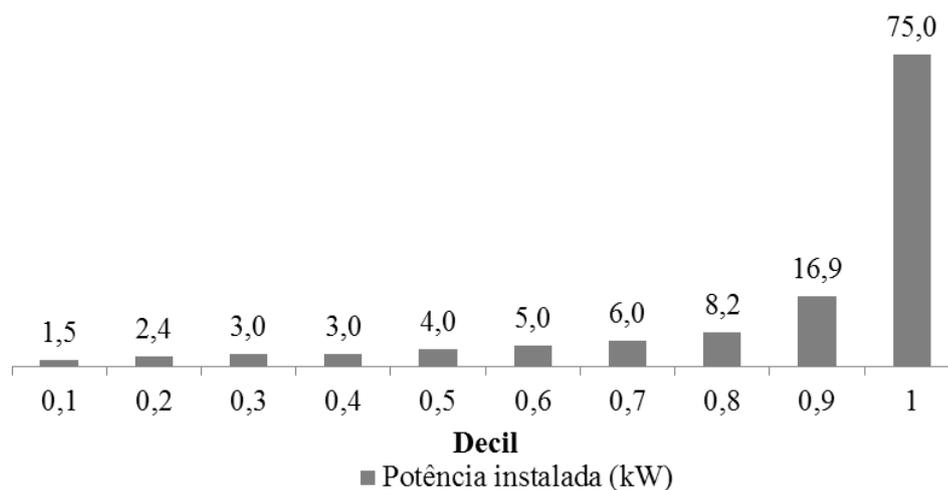
Nas unidades federativas, segundo a ANEEL, o estado de Minas Gerais é o maior em geração distribuída, com 41.126 kW de capacidade instalada e 5.572 conjuntos geradores, correspondendo a 21,7% e 29,5% do total nacional, respectivamente. Em segundo lugar fica o Rio Grande do Sul, com 29.001 kW de capacidade instalada e 3.133 conjuntos geradores, correspondendo a 15,6% e 16,6% do total nacional, respectivamente.

A potência instalada de geração distribuída representa aproximadamente 0,119% da potência instalada do sistema brasileiro. Sobre a participação dos consumidores dentro da geração distribuída, os dados até 20/04/2018 demonstram que o segmento residencial (77,5% das usinas e 47,4% da capacidade) e comercial (16,2% das usinas e 38,8% da capacidade) ficam a frente da rural (3,28% das usinas e 5,9% da capacidade). Ainda sobre as unidades consumidoras, a maioria dos estabelecimentos funciona com geração na propriedade em que é consumida a energia em 91,2% das usinas e 87,8% da capacidade instalada. Em segundo lugar fica a geração compartilhada, com 8,1% das usinas e 10,8% da capacidade instalada.

A fonte de energia primária da microgeração pode ser solar, biogás, biomassa, eólica ou hídrica. Segundo dados da ANEEL, a maior fonte primária da microgeração distribuída é a solar, com 98,5% da capacidade instalada e 99,6% dos conjuntos geradores. Em segundo lugar fica o biogás, com 1,33% da capacidade instalada e 0,15% dos conjuntos instalados.

É mostrado também que a potência dos conjuntos geradores é em média de 7,5 kW e a mediana de 4,0 kW. No gráfico 2 é mostrada a distribuição por decil dos conjuntos geradores.

Gráfico 6 - Decil da potência instalada dos conjuntos de microgeração distribuída no Brasil em abril de 2018.



Fonte: ANEEL – Geração distribuída

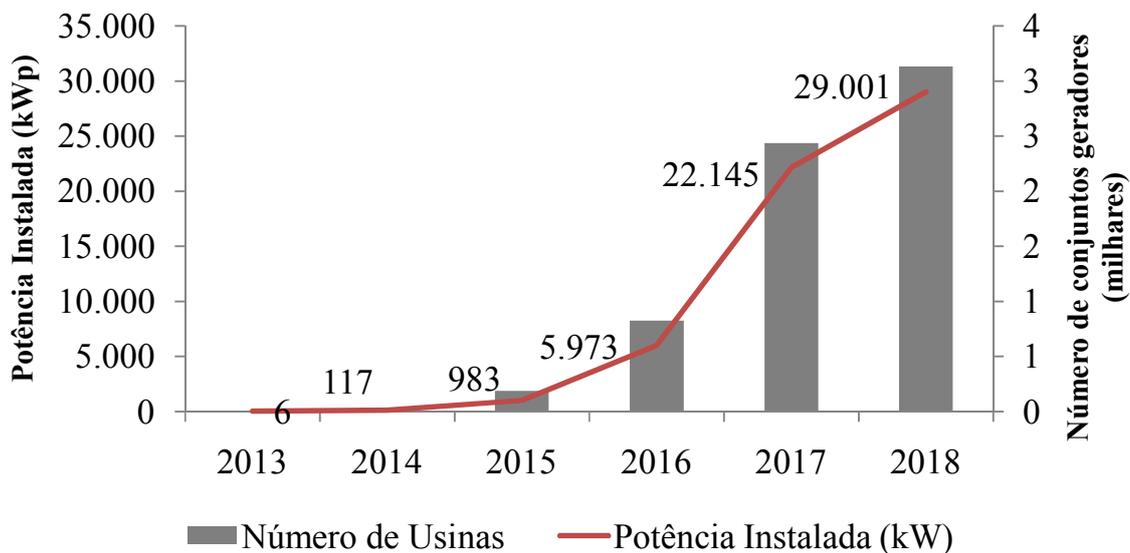
Apesar de a capacidade instalada ser uma grandeza comparável dentre as usinas geradoras de energia elétrica, as usinas conforme as suas fontes primárias de geração tem fatores de capacidade diferentes. O fator de capacidade é a porcentagem com que a usina utiliza a sua capacidade instalada. As usinas de geração fotovoltaica não produzem energia no período da noite, as usinas hidrelétricas não produzem em períodos de reservatórios secos e as usinas termelétricas dependem da disponibilidade de combustível para operar a sua capacidade instalada. O estudo de Silvério (2018) aponta um fator de capacidade de 22% a 30% para geradores eólicos na geração distribuída, enquanto o estudo de Crema (2016) aponta um fator de capacidade para sistemas fotovoltaicos *on grid* de 15% e usinas hidrelétricas sustentam um fator de capacidade de aproximadamente 60%, segundo Tiepolo (2012).

II.3 -Microgeração no Rio Grande do Sul

A microgeração distribuída é presente em 313 dos 497 municípios gaúchos. O Rio Grande do Sul tem a segunda maior capacidade instalada de microgeração distribuída do

Brasil. São 29 mWp de capacidade instalada, o que corresponde a 0,3% da capacidade instalada de energia do estado, em 3.133 geradoras. O crescimento da microgeração distribuída é visto no gráfico 7.

Gráfico 7 - Número de usinas (milhares) e potência instalada (kWp) de conjuntos de microgeração distribuída no Rio Grande do Sul



Fonte: ANEEL – Geração distribuída

Sobre as unidades consumidoras, 71,2% são residenciais (correspondendo a 41,6% da capacidade instalada), 20,9% são comerciais (correspondendo a 47,1% da capacidade instalada) e somente 4,7% é rural (correspondendo a 3,6% da capacidade instalada).

Quase a totalidade da microgeração distribuída no estado tem como energia primária a radiação solar. As outras energias primárias, água e do vento, não acumulam somadas 0,1% da capacidade instalada total. A maior parte do Rio Grande do Sul, do Litoral até a metade da Campanha longitudinalmente, tem uma média anual de radiação solar global diária de 14 MJ/m². O restante do território, na região de Uruguaiana, tem uma média anual diária de 16 MJ/m². Isso coloca o potencial fotovoltaico do Rio Grande do Sul em condição semelhante aos estados do Sul, mas distante do Nordeste, que varia entre 18 e 20 MJ/m².

Segundo ANEEL (2017), em 2014 o tempo médio de conexão de microgeradores na CEEE foi de 100 dias.

II.4 – A qualidade da distribuição de energia elétrica em Cristal e os desafios para a implantação da microgeração

A distribuição de energia elétrica no município de Cristal é feita por dois conjuntos de distribuição da CEEE, o conjunto de Camaquã e o conjunto de São Lourenço do Sul. Segundo o Painel de Desempenho das Distribuidoras de Energia Elétrica por Município da ANEEL, o conjunto de São Lourenço do Sul apresenta FEC⁷ insuficiente desde o início da série de dados em 2011, exceto pelo último período, o acumulado de 12 meses de março de 2017 a março de 2018. O resultado de DEC⁸ é insuficiente em todos os períodos. No conjunto de Camaquã os resultados de DEC são igualmente insuficientes para todos os períodos e a FEC é insuficiente em mais de 50% dos períodos. Esse panorama mostra a falta de segurança energética proporcionada pela distribuidora.

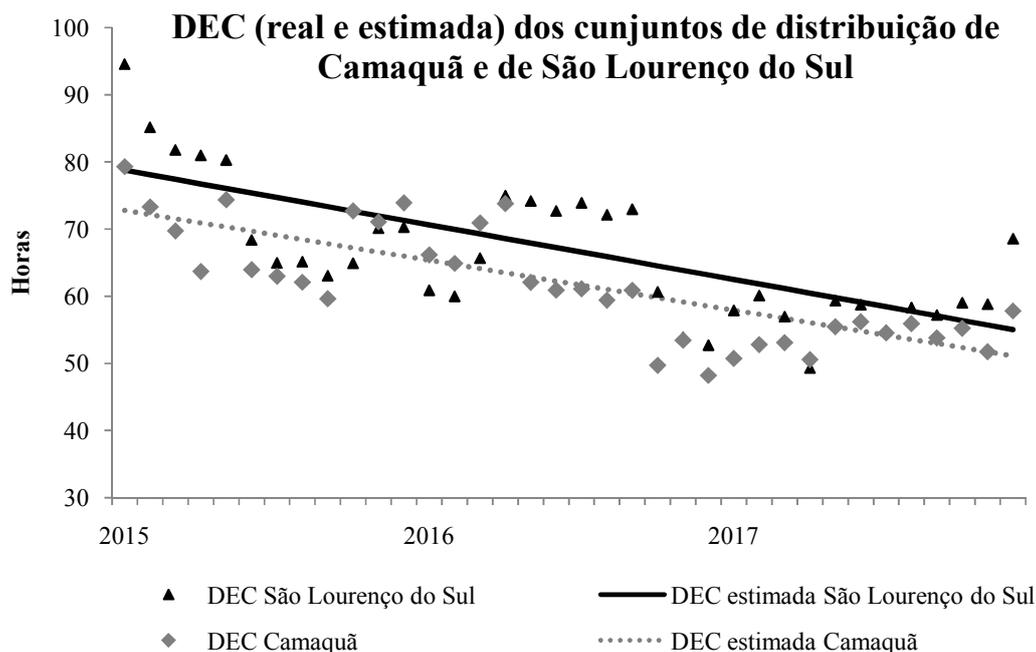
Apesar do baixo desempenho da distribuidora, que acumula mais de R\$ 8,5 milhões em multas com a ANEEL como é possível ver no anexo 4, é notável a tendência de melhora da rede. Segundo as regressões demonstradas no gráfico 10, a cada mês, no conjunto de distribuição de Camaquã, a DEC se reduz, em média, em aproximadamente 37 minutos. Para o conjunto de São Lourenço os resultados vão na mesma direção, com a DEC se reduzindo, em média, em aproximadamente 40 minutos a cada. É notado também a sazonalidade, com nível de significância estatística de 98%, para a FEC do conjunto de São Lourenço nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril e maio, com 3,06 quedas a menos nesse período do que nos demais. Os dados e os resultados das regressões estão disponíveis nos anexos 5, 6 e 7 e plotados no gráfico 8.

Considerando a alta frequência e o alto tempo de queda do suprimento de energia elétrica, o sistema *on grid* se torna menos eficiente devido à necessidade de desligamento do sistema quando a distribuidora tem quedas de suprimento.

⁷ FEC, Frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora é a quantidade média de interrupções no fornecimento de energia sofrida por unidade consumidora.

⁸ DEC, Duração equivalente de interrupção por unidade consumidora, corresponde ao tempo médio, em horas, que a unidade consumidora permaneceu sem energia elétrica.

Gráfico 8 - DEC dos conjuntos distribuidores de Cristal



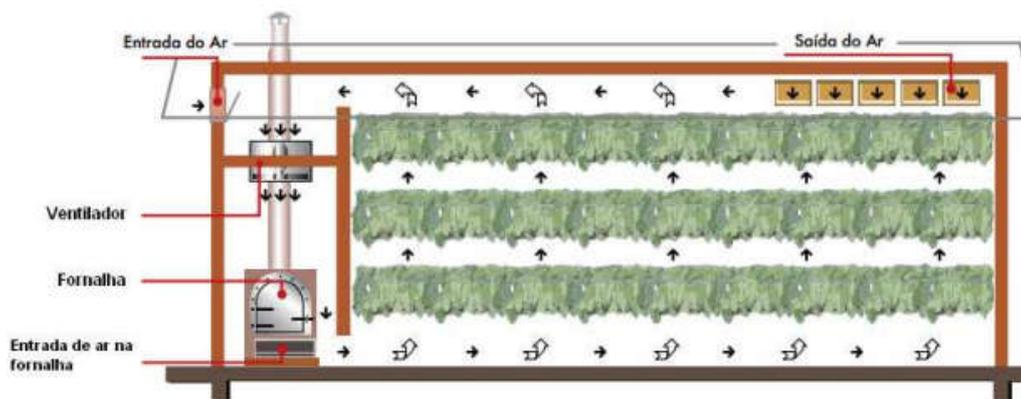
Dados: ANEEL – Geração distribuída; regressão por MQO disponível nos anexos 6 e 7

Uma possível alternativa para driblar a baixa segurança energética e manter a secagem ininterrupta segundo as etapas pré definidas do sistema eletrônico da estufa elétrica é criar corrente elétrica através de geradores movidos a óleo diesel ou acoplados em tratores.

II.5 – A Energia Elétrica como Insumo da Produção Fumageira

O processo de cura do tabaco é essencial para garantir a qualidade e consequentemente o valor de venda do produto. A estufa elétrica é uma estrutura feita para a secagem do fumo feita de alvenaria equipada com fornalha, dispositivo com etapas pré-programadas de secagem das folhas e motores elétricos de 1 kWp. A alvenaria é necessária para evitar a troca de calor com o ambiente externo, melhorando o aproveitamento da lenha queimada na fornalha. O dispositivo comanda a umidade interna da estufa através de mangueiras de pulverização. A temperatura é disponibilizada num termômetro externo e, caso fique abaixo do determinado pelo programa, é disparado um alarme. Os motores elétricos servem para a melhora do fluxo de ar dentro da estufa, aproveitando melhor o calor gerado na fornalha e secando homogeneamente a carga da estufa, popularmente chamada de “estufada”, como mostra a figura 2.

Figura 2- Ilustração do processo de cura na estufa elétrica.



Fonte: Oliveira (2014).

Segundo a fumageira Souza Cruz, são gastos 737,97 kWh pelo sistema de estufa elétrica por hectare de tabaco da variedade Virgínia plantado em uma safra. Para os valores de energia da distribuidora CEEE para o mês de abril de 2018, isso representa um montante de R\$ 327,84 por hectare plantado, o que corresponde a aproximadamente 4% dos custos totais da lavoura de fumo em 2015, conforme a tabela 5⁹.

Tabela 5- Custos de produção na lavoura de tabaco

Discriminação	Custo (R\$)	Proporção dos custos
Insumos da lavoura	2.781,00	34%
Mão-de-obra	2.240,00	27%
Comercialização	614,00	7%
Energia elétrica	331,65	4%
Outros custos	2.248,00	27%

Fonte: Santos (2015)

A análise a seguir é feita no intuito de verificar se a microgeração fotovoltaica no município de Cristal, no Rio Grande do Sul, é viável para reduzir os custos de produção com energia elétrica.

A energia solar foi escolhida como fonte primária para essa análise por diversos aspectos. O primeiro, e mais importante, disponibilidade homogênea para os habitantes do município alvo, e não escassa para os fins propostos, ao contrário da geração a partir do vento, do biogás ou do potencial gravitacional da água.

⁹ O trabalho de Santos (2015) é feito considerando uma estufa convencional. Foi feita uma calibragem dos gastos com lenha e energia elétrica a partir das proporções observadas no trabalho de Moraes (2017).

O segundo fator é a energia fotovoltaica ser responsável por mais de 98% da microgeração distribuída no Brasil e no Rio Grande do Sul, questionando a expansão do sistema para a propriedade fumicultora.

O terceiro aspecto é a disponibilidade de dados, tanto de custos a partir de um mercado consolidado, quanto de parâmetros de desempenho que podem definir com precisão a geração e a viabilidade financeira dos projetos.

CAPÍTULO III – ANÁLISE FINANCEIRA DA MICROGERAÇÃO DE ENERGIA PARA ESTUFAS ELÉTRICAS EM CRISTAL - RS

III.1– Revisão das Metodologias em Estudos Anteriores

A partir de uma revisão da metodologia do cálculo da viabilidade econômica da implantação de painéis fotovoltaicos em ANEEL (2017), Nascimento (2013) e EPE (2012) foi adaptada uma metodologia com cálculo mensal para análise financeira de sistemas fotovoltaicos de microgeração distribuída.

O método comumente utilizado para calcular o potencial de geração fotovoltaica é utilizando plano inclinado com a inclinação igual a latitude local, com as placas direcionadas ao Norte. A captação inclinada diminui as disparidades entre os máximos e mínimos de produção e aumenta o potencial de captação. Contudo, a maximização dos mínimos é interessante para sistemas isolados, já que ao menos que se faça um elevado investimento em baterias, o máximo de energia disponível inter-temporalmente corresponderá ao mês da menor produção. Na metodologia desse cálculo será utilizada a maximização da média anual para melhor aproveitamento do potencial dos módulos fotovoltaicos.

Algumas metodologias também apresentam periodicidade anual. Isso desconsidera a variação da geração durante o período anual, que nos meses de verão é superior aos meses de inverno. Esse método pode distorcer resultados como o de pagamento junto à rede distribuidora, afinal o custo de disponibilidade da rede deve incidir nos meses de menor produtividade. Além disso, a periodicidade mensal dilui a depreciação do equipamento.

Somente análises *ex post* consideram as perdas de geração devido a queda de do suprimento de energia externo. A introdução das perdas por falha de suprimento da energia na taxa de performance é um aprimoramento necessário para o modelo em que esses eventos são comuns.

III.2– A Metodologia

Considerando os aspectos supracitados, segue a descrição da adaptação da metodologia.

Para calcular a necessidade de energia de uma propriedade rural em Cristal com uso de estufa elétrica, foi usada a área média de produção dos fumicultores de Cristal segundo a AFUBRA multiplicada pelo consumo médio de energia elétrica para secagem de tabaco por hectare segundo a fumageira Souza Cruz¹⁰. Para o consumo residencial foi utilizado o dado do consumo médio segundo a distribuidora local, a CEEE. Foi incrementada a hipótese de que toda a energia para a secagem de fumo será usada em totalmente e em igual módulo nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro.

Para essa análise, que contempla somente sistemas *on grid*(conectados à rede de energia local)foi usada a maximização da média segundo o cálculo do software Sundata 3.0 para as coordenadas cartográficas de Cristal. As diferenças de irradiação conforme a disposição dos painéis está mostrada na tabela 6.

Tabela 6 - Irradiação diária média (kWh/m² dia) para angulações de planos. Fonte: CEPTEL.

Posicionamento	Angulação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Plano Horizontal	0° N	6,29	5,67	4,75	3,70	2,71	2,27	2,46	3,09	3,57	4,73	6,11	6,67	4,33
Ângulo igual a latitude	31° N	5,57	5,43	5,06	4,50	3,70	3,28	3,46	3,92	3,92	4,67	5,51	5,77	4,57
Maior média anual	23° N	5,86	5,60	5,08	4,38	3,51	3,08	3,27	3,78	3,91	4,78	5,77	6,11	4,59
Maior mínimo mensal	51° N	4,58	4,70	4,69	4,50	3,90	3,55	3,70	4,00	3,73	4,13	4,59	4,66	4,23

Fonte: CRESESB

A taxa de performance do sistema engloba, segundo EPE(2012), “...perdas ôhmicas nos inversores, tipicamente entre 4% e 6%, circuitos elétricos e diodos de bloqueio, de 2% a 5%,perdas nos painéis por sujeira e poluição, de 2% a 4%, indisponibilidade e “mismatch”, entre 1 e 3%, e perdas por sombreamento”. Esse dado é retirado de Jahn& Nasse(2003),e as amostras estatísticas são provenientes de sistemas fotovoltaicos instalados entre 1984 e 2002 com diferentes propósitos e tecnologias. Contudo, levantamentos recentes brasileiros, em análises *ex post*, como em Araujo *et al*(2016) e Nascimento(2013) sugerem índices entre 73% e 77%. O dado para a taxa de performance, ou seja, a quantidade de energia convertida, em média, segundo a capacidade das placas, foi considerado 75%.

Porém, como sugere EPE (2012), “admitindo que as usinas sejam conectadas à rede de distribuição, frequentemente radiais e sem redundância, o tratamento contratual da indisponibilidade da transmissão pode ser relevante”.

¹⁰ Dado enviado pela empresa por correio eletrônico

Na análise de Nascimento (2013), as perdas de geração decorrentes de indisponibilidade de rede elétrica são na média de 0,6%, enquanto a DEC da localidade, segundo o Painel de Desempenho das Distribuidoras de Energia Elétrica por Município da ANEEL, é, em média, de 6 horas no período analisado.

Para fins de simulação, os valores adotados para agregar o Fator de queda de Performance devido a Indisponibilidade da Rede (FPIR) será:

Equação 1 - Fator de queda de Performance devido a Indisponibilidade da Rede

$$FPIR = \frac{\int_1^n \frac{A}{B}}{n}$$

Sendo:

A: Perda de desempenho global devido a queda de suprimento de energia em Nascimento (2013)

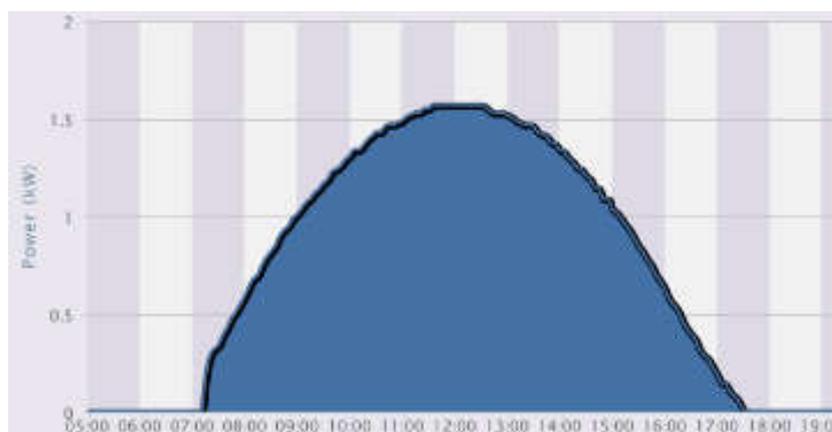
B: DEC do estudo de Nascimento (2013)

n: número de períodos da série

Conforme os cálculos, o valor estimado para a FPIR será de 0,1% por hora de DEC.

É adotada a hipótese que as quedas em Cristaltem horário igualmente distribuído em relação ao período de 24 horas às de Florianópolis. A introdução dessa hipótese é devido a variação da perda de geração conforme o horário do dia em que se encontra a produção. No gráfico 10 é mostrado a diferença da produção conforme a hora em um sistema de geração fotovoltaica de 2 kWp.

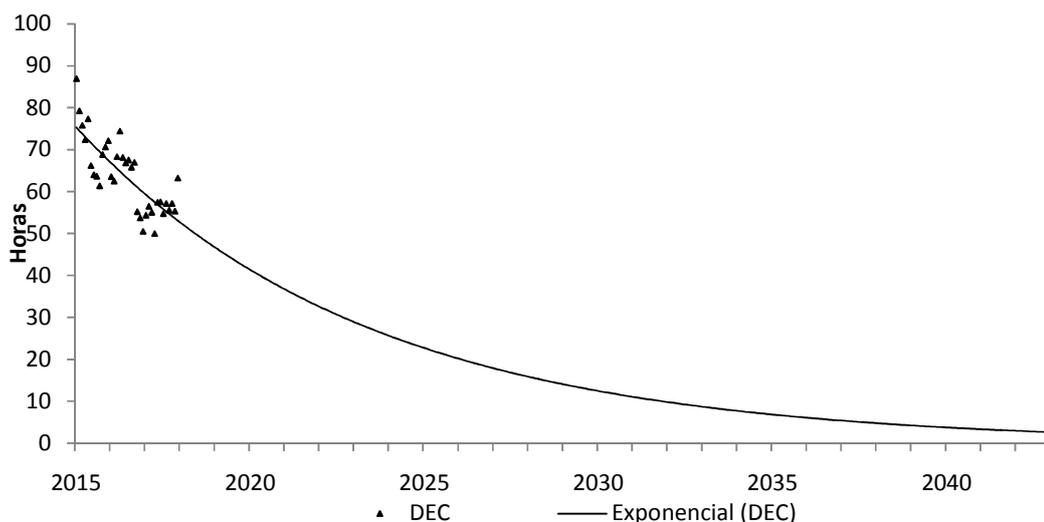
Gráfico 9 - Geração de energia fotovoltaica conforme a hora do dia em um sistema de 2 kWp



Fonte: Nascimento (2013)

De acordo com o apresentado no capítulo II, existe uma tendência na melhora das redes de distribuição de energia de Cristal. Foi feita uma estimativa de DEC para os próximos 25 anos através de linha de tendência exponencial. O valor médio ao longo da projeção foi de 16,72 horas, como pode ser observado no gráfico 10. Para essa estimativa foi adotada a hipótese de que metade das propriedades são atendidas por cada um dos conjuntos de distribuição presentes em Cristal.

Gráfico 10 - Tendência da DEC dos conjuntos distribuidores de Cristal - RS



O cálculo mensal é escolhido ante o anual para dar mais precisão aos resultados por diversos fatores.: i) a sazonalidade da produção combinada com a sazonalidade do consumo; ii) a simulação exata do sistema de compensações de créditos e faturas junto com a distribuidora por saldo negativo ou taxa de disponibilidade da rede, iii) a diluição em meses da taxa anual de depreciação do equipamento de 0,5%¹¹, iv) precisão dos rendimentos segundo os saldos acumulados, v) a precisão dos métodos de verificação de viabilidade financeira.

Os valores para cada um dos conjuntos geradores ou inversores foram uma média aritmética de três orçamentos provenientes de empresas de e-commerce especializadas em geração fotovoltaica, com pagamento à vista. A tecnologia dos painéis é de homogênea, apresenta a mesma taxa de conversão e o kit de instalação engloba os mesmos itens para cada conjunto. A marca dos inversores foi fixada por fins de homogeneização, sendo Fronius a escolhida. Os inversores foram dimensionados segundo a recomendação de Melo (2014),

¹¹KOZEN, 2014

sugerindo que possuíssem 90% da potência nominal instalada para que operassem com máxima eficiência e ao mesmo tempo segurança.

Para verificar a viabilidade financeira do projeto foi calculada mensalmente a rentabilidade do investimento, já deflacionado, deduzida do custo de oportunidade.

Diversos aspectos do investimento são observados: instalação inicial, troca do inversor, custo de manutenção, custo de disponibilidade da rede¹², gasto com energia proveniente da distribuidora, energia elétrica consumida proveniente da microgeração (incluindo a economia de energia através dos créditos remanescentes após o fim da vida útil do equipamento).

Os rendimentos do investimento são i) os fluxos de caixa gerados pela economia na fatura de energia elétrica junto à distribuidora local decorrente da implantação do sistema fotovoltaico ii) os rendimentos provenientes dos depósitos em poupança proveniente da economia decorrente da implantação do sistema fotovoltaico.

Para calcular a remuneração líquida da poupança foi usado o IPCA acumulado de 2017 mensalizado e a rentabilidade da poupança de abril de 2018 segundo o Banco Central do Brasil. É considerado também que não existem taxas bancárias para a manutenção da poupança.

O custo de oportunidade nos investimentos à vista, salvo em simulações que deixem explícita a mudança, é i) a remuneração do montante equivalente ao custo de implantação do sistema remunerado pela poupança desde janeiro do ano 1 e ii) a remuneração do montante equivalente a troca do inversor remunerado pela poupança a partir de janeiro do ano 16.

O preço do kWh é o da distribuidora CEEE para conexões rurais, sem subsídio de renda, no mês de abril de 2018 já considerados impostos e bandeira vermelha.

A taxa de degradação anual de 0,5% presente em EPE (2012) foi mensalizada e é descontada mensalmente. A taxa de manutenção anual de 1% do valor inicial é descontada nos meses de dezembro. O saldo de créditos se estende até 5 anos após a produção sem consumo do mesmo. A instalação é feita em janeiro do ano 1 e a vida útil do sistema é de 25

¹² O custo de disponibilidade da rede para conexões monofásicas da CEEE-D é de 30 kWh

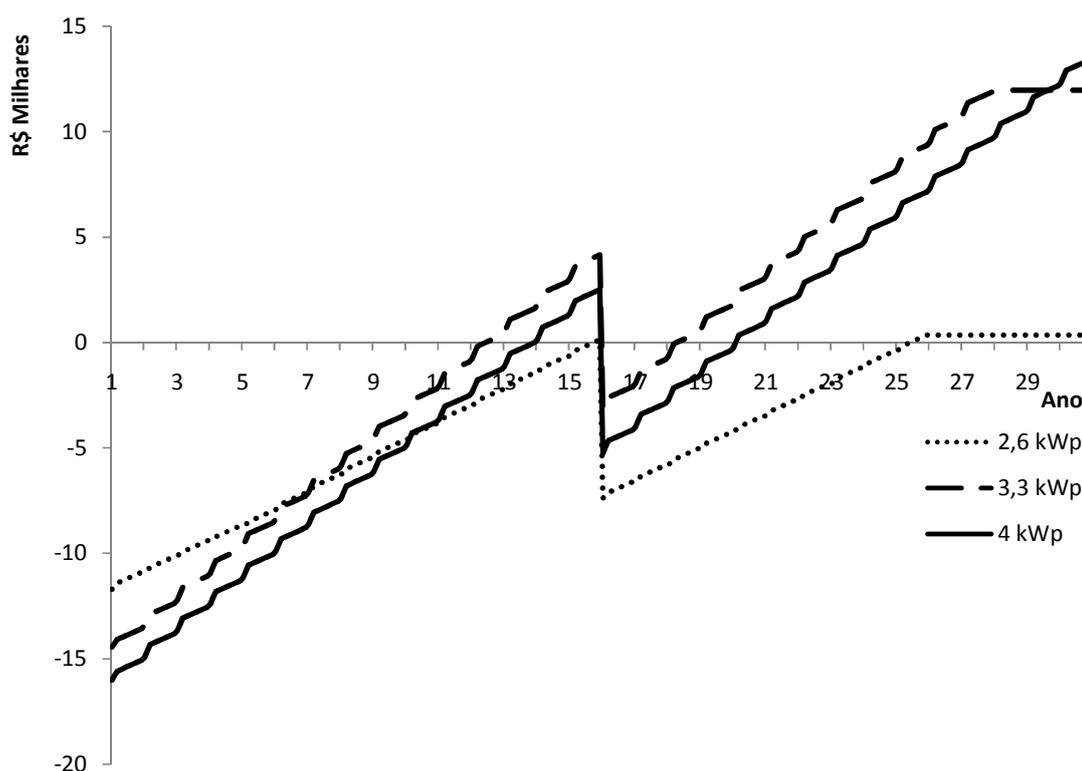
anos, ou seja, 300 períodos. A vida útil do inversor é de 15 anos, a troca do inversor é feita em janeiro do ano 16.

III.3. – Resultados da viabilidade de investimento à vista

III.3.1 - Resultados para potência instalada

Nessa primeira simulação foi considerado pagamento à vista, sem descontos por tomada de empréstimo, fluxos de caixa sem remuneração e custo de oportunidade do investimento zero (remuneração e inflação nulas). As potências instaladas não podem ser fracionadas livremente, pois os módulos fotovoltaicos tem potência indivisível de aproximadamente 300w. Foram usados três projetos de potência popular no mercado: 2,6 kWp, 3,3 kWp e 4kWp. Os resultados do retorno do projeto em relação ao tempo são exibidos no gráfico 11.

Gráfico 11 - Rendimento dos sistemas de microgeração fotovoltaica considerando pagamento à vista, custo de oportunidade zero e sem remuneração do fluxo de caixa.

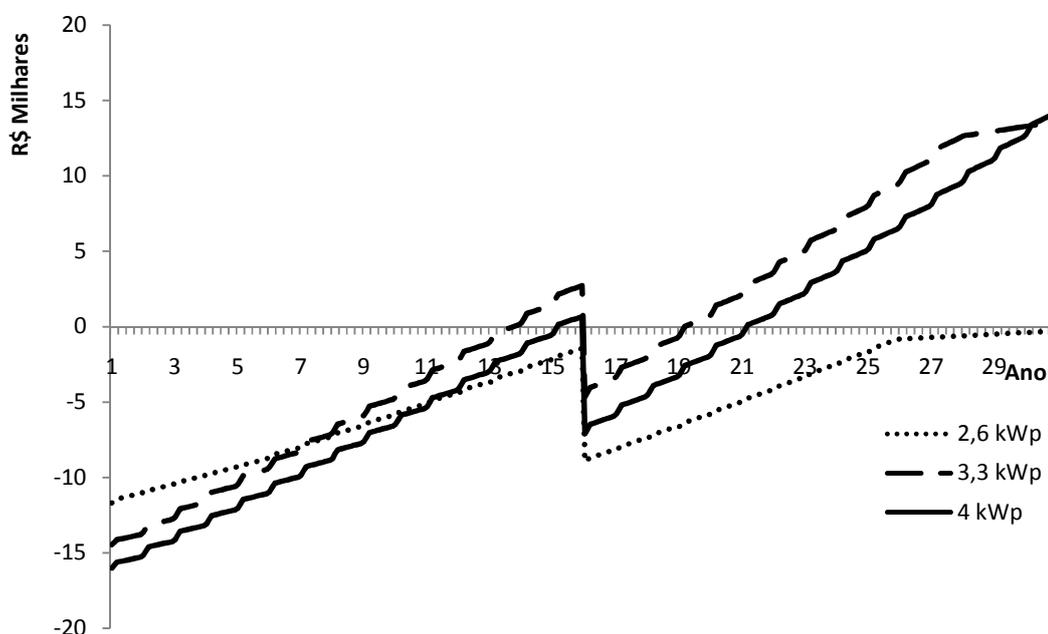


É perceptível pelo gráfico que existem dois momentos de *payback*: antes e depois da troca de inversor após. Embora o custo inicial do projeto de 2,6 kWp seja menor, a sua

baixa produção tem o custo de instalação menos diluído e exige mais gastos com energia proveniente da rede distribuidora, acabando por aumentar o tempo de *payback*. Outro fator para a rentabilidade do sistema é que ao final de 25 anos de produção ele não tem créditos para consumir e um retorno do investimento pequeno, principalmente se considerar o custo de oportunidade zero. O projeto de 3,3 kWp apresenta o menor *payback*, sendo o mais adequado entre os três se a análise não considerasse as compensações da microgeração após a vida útil do sistema. O projeto de 4 kWp embora produza mais energia, tem benefício menos que proporcional ao aumento de custo em um primeiro momento, mas os créditos utilizados após o fim da produção deixam o investimento mais atrativo no final da série. O único projeto entre os três com créditos expirados pelo sistema de compensação é o terceiro, acumulando 8.620,31 kWh expirados.

Foi feita uma segunda simulação considerando o custo de oportunidade do investimento inicial e da troca do inversor como a taxa de remuneração líquida da poupança. O projeto de 4 kWp apresenta lucro de R\$ 14.190,74 acima do investimento em poupança enquanto o de 3,3 kWp apresenta lucro de R\$ 14.015 acima do investimento em poupança. Os resultados são mostrados no gráfico 12.

Gráfico 12 - Rendimento dos sistemas de microgeração fotovoltaica considerando pagamento à vista, custo de oportunidade sendo o investimento em poupança e remuneração do fluxo de caixa através de depósitos em poupança.

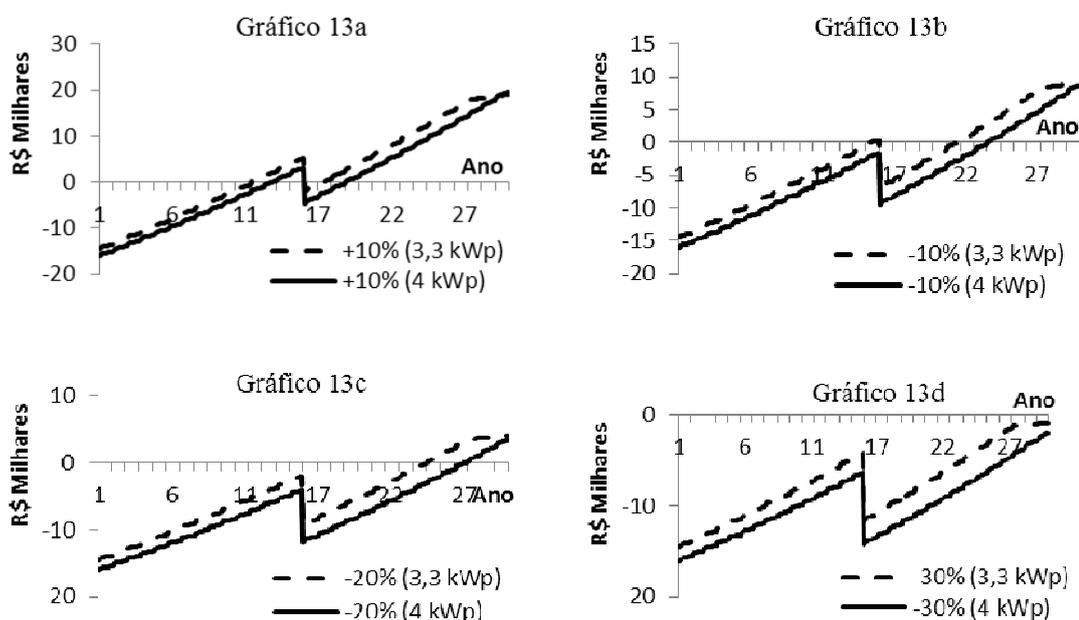


Os resultados apresentados mostram que os projetos de 3,3 kWp e 4kWp são muito parecidos em relação ao benefício da implantação considerando os parâmetros supracitados. Para fins de análise, os dois projetos serão testados em cenários diferentes nos próximos subcapítulos.

III.3.2– Resultados para preço da energia na distribuidora local

Foram feitas simulações do preço da variação do preço de energia da distribuidora para verificar a viabilidade dos projetos. Os parâmetros usados, exceto o preço da energia proveniente da distribuidora, foram os mesmos da segunda simulação do item III.2.2. Para o projeto de 3,3 kWp a queda do preço da energia da rede distribuidora que iguala o custo ao benefício do projeto é de 28,1% e para o projeto de 4 kWp 26,34%. Foram feitas outras 4 simulações, da variação de +10%, -10%, -20% e -30%, nos gráficos 13a, 13b, 13c e 13d, respectivamente. Conforme pode ser inferido com a informação anterior, somente a variação de -30% inviabiliza o projeto. É visualmente perceptível que a variação positiva do preço da energia torna o projeto mais atraente ao comparar o gráfico 6 com o gráfico 5. Também é possível notar que o preço da energia é um parâmetro que influencia a rentabilidade do sistema de 4 kWp de forma mais forte do que o de 3,3kWp.

Gráficos 13 - Resultados de rendimento do investimento à vista dos conjuntos geradores de 3,3 kWp e de 4 kWp para a mudança nos preço da energia da distribuidora local.



III.3.3 – Resultados para eficiência do sistema

Foram feitas simulações de cenários para variáveis que influenciam no desempenho do sistema. A DEC de 35,81 horas é igual à média ao valor obtido para dezembro de 2017 para os conjuntos de distribuição de Cristal, ou seja, o valor que considera que a rede se mantenha nos padrões de disponibilidade atuais. A DEC de 16,72, conforme explicado anteriormente, é fruto da projeção da tendência da melhora da rede de Cristal. A DEC 0 considera uma rede sem interrupção de suprimento.

A tabela 7 demonstra a simulação para o sistema de 3,3 kWp e a tabela 8 a simulação para o sistema de 4 kWp. As mudanças nas variáveis foram mais impactantes no desempenho do sistema de 3,3 kWp, provavelmente pela disponibilidade de créditos maior no sistema de 4 kWp.

Tabela 7 - Resultados de rendimento do investimento à vista do conjunto gerador de 3,3 kWp para mudança nos parâmetros de DEC da rede local e degradação anual do sistema.

DEC (horas)	Taxa de degradação anual 0,5%	Taxa de degradação anual 0,1%
53,05	R\$ 13.141,40	R\$ 14.759,00
16,72	R\$ 14.015,00	R\$ 16.074,08
0	R\$ 14.564,79	R\$ 16.196,68

Tabela 8 - Resultados de rendimento do investimento à vista do conjunto gerador de 4 kWp para mudança nos parâmetros de DEC da rede local e degradação anual do sistema.

DEC (horas)	Taxa de degradação anual 0,5%	Taxa de degradação anual 0,1%
53,05	R\$ 14.160,48	R\$ 14.160,58
16,72	R\$ 14.190,74	R\$ 14.190,84
0	R\$ 14.198,86	R\$ 14.198,97

III.3.4 – Resultados considerando o custo de oportunidade do investimento títulos do Tesouro Direto indexados ao IPCA

Essa simulação considerou como custo de oportunidade do investimento em energia fotovoltaica os títulos indexados ao IPCA do Tesouro Direto. A taxa referencial de

5,32% é a obtida em maio de 2018. Segundo os resultados demonstrados na tabela 9 é verificado que nessa simulação o investimento em energia fotovoltaica é menos atraente que o título do Tesouro Direto até uma queda de 36,7% da remuneração para o sistema de 3,3 kWp e até uma queda de 39,55% para o sistema de 4 kWp.

Tabela 9 - Resultados de rendimento do investimento à vista com o custo de oportunidade do capital como títulos do Tesouro Direto indexados ao IPCA.

<i>Yield</i>	3,3 kWp	4 kWp
IPCA + 5,32% (A)	-R\$ 27.182,45	-R\$ 31.705,25
IPCA + A-20,00%	-R\$ 10.677,40	-R\$ 13.513,09
IPCA + A-36,70%	Apx. 0	-R\$ 6.145,14
IPCA + A-39,55%	R\$ 1.590,77	Apx. 0
IPCA + A-40,00%	R\$ 1.835,89	R\$ 266,98

III.4 – Resultado para investimento financiado

III.4.1 – Resultado para potência instalada

A simulação de financiamento para a introdução do sistema fotovoltaico foi feita considerando um prazo de 240 meses para o financiamento do conjunto gerador e de 120 meses para o financiamento do inversor a ser trocado após 15 anos de uso. Os descontos são mensais com taxa de juros constante. Os fluxos de caixa são remunerados à taxa de poupança. A rentabilidade líquida do investimento em função tempo do para os sistemas de 2,6 kWp, 3,3 kWp e 4 kWp para taxa de juros de 1% a.m.¹³ pode ser observada no gráfico 14. Os investimentos de 3,3 e 4 kWp são melhor detalhados nos gráficos 15 e 16, respectivamente.

¹³ Taxa praticada por diversos bancos comerciais para financiamento de projetos de energia fotovoltaica, como SICREDI e Caixa Econômica Federal.

Gráfico 14 - Rentabilidade dos investimentos financiados conforme a potência instalada.

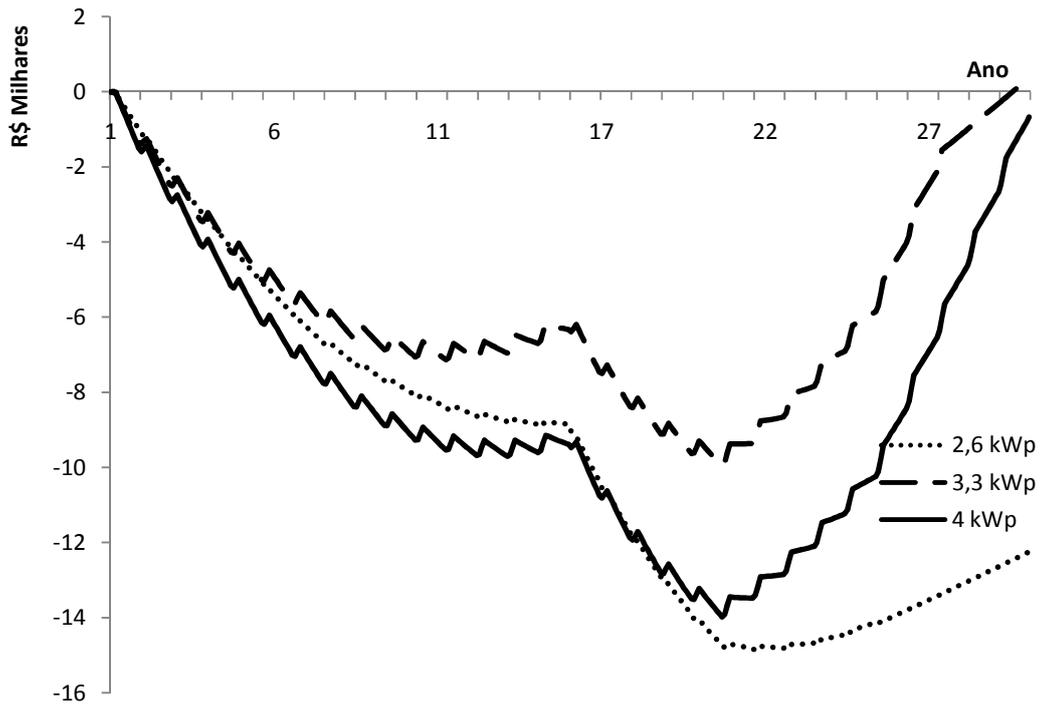


Gráfico 15 - Rentabilidade do investimento do sistema de 3,3 kWp financiado à taxa de 1% a.m.

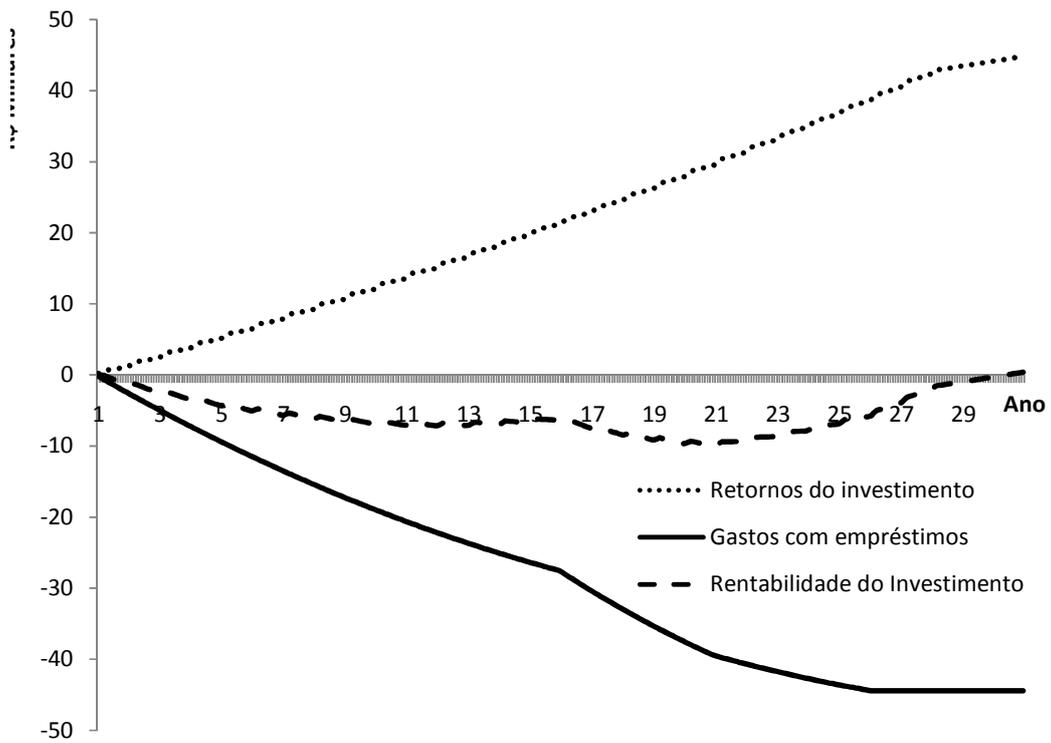
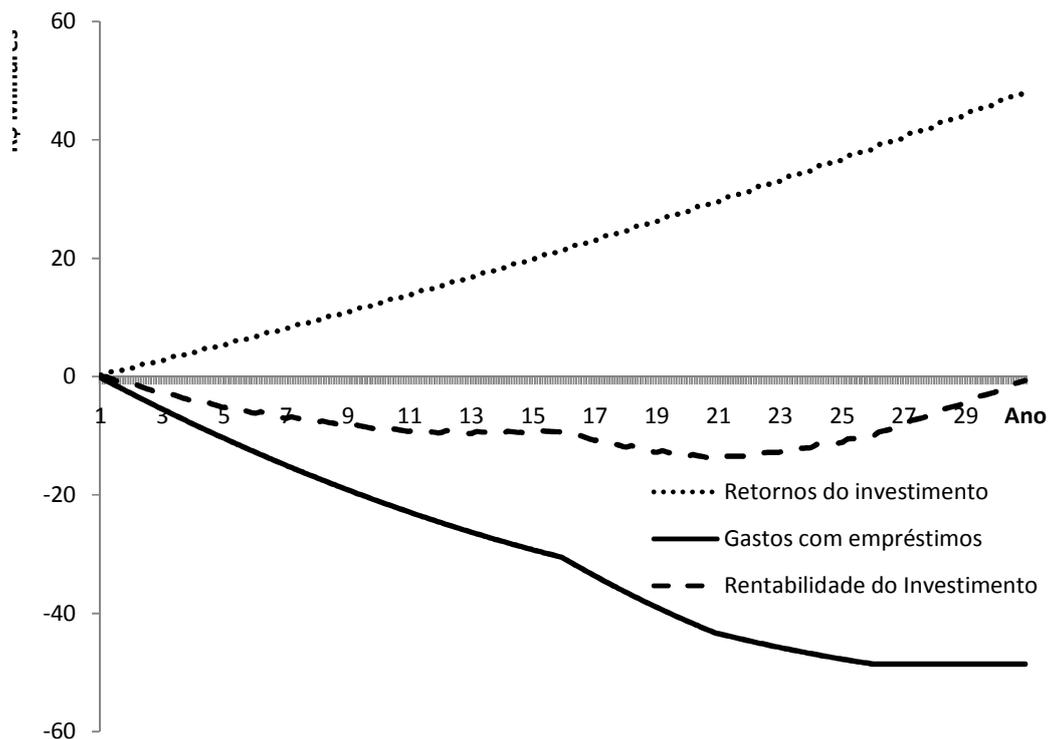


Gráfico 16 - Rentabilidade do investimento do sistema de 4 kWp financiado à taxa de 1% a.m.



III.4.2 – Resultados para taxa de juros

Conforme apresenta a tabela 10, os investimentos apresentados se tornam desinteressantes com taxas de juros mensais levemente acima de 1%. As demais simulações para financiamento na implantação dos projetos de microgeração fotovoltaica serão feitas com taxa mensal de 1%.

Tabela 10 - Rentabilidade do investimento considerando financiamento de 20 anos para o conjunto gerador e financiamento de 10 anos para a troca do inversor com descontos mensais, taxa de juros constante e remuneração dos fluxos de caixa à taxa de poupança.

Taxa de juros	3,3 kWp	4 kWp
0% a.m.	R\$ 22.572,13	R\$ 23.684,66
1% a.m.	R\$ 369,71	R\$ -678,90
2% a.m.	R\$ -21.832,72	R\$ -25.042,46
3% a.m.	R\$ -44.035,15	R\$ -49.406,02

III.4.3 – Resultados para preço da energia elétrica da distribuidora local

Segundo a simulação, o preço da distribuidora está muito próximo do que torna neutra a viabilidade do investimento. Os resultados podem ser visualizados na tabela 11.

Tabela 11- Retorno dos investimentos em relação à variação do preço da energia da distribuidora local.

Preço da energia proveniente da distribuidora local	Retorno do investimento 3,3 kWp	Retorno do investimento 4 kWp
A-20%	R\$ -9.609,77	R\$ -11.456,60
A-10%	R\$ -4.620,03	R\$ -6.067,74
Preço de Abril de 2018 (A)	R\$ 369,70	R\$ -678,90
A+10%	R\$ 5.359,44	R\$ 4.709,93
A+20%	R\$ 10.349,18	R\$ 10.098,78

III.4.4 – Resultados para eficiência do sistema

Assim como no resultado à vista, as mudanças nas variáveis foram mais impactantes no desempenho do sistema de 3,3 kWp, provavelmente pela disponibilidade de créditos maior no sistema de 4 kWp. Além disso, uma não melhora na DEC pode acarretar em inviabilidade do investimento para o sistema de 3,3 kWp e uma melhora nos parâmetros de eficiência acima modificados não viabiliza o investimento de 4 kWp à taxa de 1% a.m.. Os resultados podem ser visualizados nas tabelas 12 e 13 para os sistemas de 3,3 kWp e 4 kWp respectivamente.

Tabela 12 Resultados de rendimento do investimento financiado do conjunto gerador de 3,3 kWp para mudança nos parâmetros de DEC da rede local e degradação anual do sistema.

DEC (horas)	Taxa de degradação 0,5%	Taxa de degradação 0,1%
53,05	R\$ -515,15	R\$ 1.112,84
16,72	R\$ 369,71	R\$ 2.428,79
0	R\$ 919,49	R\$ 2.551,39

Tabela 13 Resultados de rendimento do investimento financiado do conjunto gerador de 4 kWp para mudança nos parâmetros de DEC da rede local e degradação anual do sistema.

DEC (horas)	Taxa de degradação 0,5%	Taxa de degradação 0,1%
53,05	R\$ -670,78	R\$ -709,06
16,72	R\$ -678,90	R\$ -678,79
0	R\$ -709,16	R\$ -670,67

III.5 – Síntese do resultado obtido

Para as simulações dos projetos com pagamento à vista e custo de oportunidade sendo a remuneração da poupança há uma relativa segurança no investimento. Contudo, *ceteris paribus*, quando o custo de oportunidade passa a ser títulos do Tesouro Direto fica claro que a decisão de investir à vista é sub-ótima. Apesar disso, é notável que a geração fotovoltaica com instalações de pequena potência já se mostra eficiente em alguns cenários financeiros.

Todos os resultados obtidos no estudo de viabilidade econômica foram plotados na tabela 14.

Tabela 14 - Síntese dos resultados obtidos

Parâmetros	2,6 kWp	3,3 kWp	4kWp
PV, SR, COI, TE, TDS, DEC 16,72	R\$ 356,43	R\$ 11.972,39	R\$ 13.440,64
PV, RP, COP, TE, TDS, DEC 16,72	-R\$ 324,97	R\$ 14.015,00	R\$ 14.190,74
PV, RP, COP, TE+10%, TDS, DEC 16,72	-	R\$ 19.004,74	R\$ 19.579,57
PV, RP, COP, TE-10%, TDS, DEC 16,72	-	R\$ 9.025,26	R\$ 8.801,89
PV, RP, COP, TE-20%, TDS, DEC 16,72	-	R\$ 4.035,52	R\$ 3.413,06
PV, RP, COP, TE-30%, TDS, DEC 16,72	-	-R\$ 954,21	-R\$ 1.975,77
PV, RP, COP, TE, TDS, DEC 53,05	-	R\$ 13.141,40	R\$ 14.160,48
PV, RP, COP, TE, TDS, DEC 0	-	R\$ 14.564,79	R\$ 14.198,86
PV, RP, COP, TE, TDS-80%, DEC 53,05	-	R\$ 14.759,00	R\$ 14.160,58
PV, RP, COP, TE, TDS-80%, DEC 16,72	-	R\$ 16.074,08	R\$ 14.190,84
PV, RP, COP, TE, TDS-80%, DEC 0	-	R\$ 16.196,68	R\$ 14.198,97
PV, RP, COTD, TE, TDS, DEC 16,72	-	-R\$ 27.182,45	-R\$ 31.705,25
PV, RP, COTD-20%, TE, TDS, DEC 16,72	-	-R\$ 10.677,40	-R\$ 13.513,09
PV, RP, COTD-36,7%, TE, TDS, DEC 16,72	-	Apx. 0	-R\$ 6.145,14
PV, RP, COTD-39,55%, TE, TDS, DEC 16,72	-	R\$ 1.590,77	Apx. 0
PV, RP, COTD-40,00%, TE, TDS, DEC 16,72	-	R\$ 1.835,89	R\$ 266,98
PP, TJ 1%, RP, COI, TE, TDS, DEC 16,72	-R\$ 12.776	R\$ 369,706	-R\$ 678,90
PP, TJ 0%, RP, COI, TE, TDS, DEC 16,72	-	R\$ 22572,13	-R\$ 23684,66
PP, TJ 2%, RP, COI, TE, TDS, DEC 16,72	-	-R\$ 21832,7	-R\$ 25042,46
PP, TJ 3%, RP, COI, TE, TDS, DEC 16,72	-	-R\$ 44035,1	-R\$ 49406,02
PP, TJ 1%, RP, COI, TE+20%, TDS, DEC 16,72	-	R\$ 10.349,18	R\$ 10.098,78
PP, TJ 1%, RP, COI, TE+10%, TDS, DEC 16,72	-	R\$ 5.359,44	R\$ 4.709,93
PP, TJ 1%, RP, COI, TE-10%, TDS, DEC 16,72	-	-R\$ 4.620,03	-R\$ 6.067,74
PP, TJ 1%, RP, COI, TE-20%, TDS, DEC 16,72	-	-R\$ 9.609,77	-R\$ 1.456,60
PP, TJ 1%, RP, COI, TE, TDS, DEC 53,05	-	-R\$ 515,15	-R\$ 670,78
PP, TJ 1%, RP, COI, TE, TDS, DEC 0	-	R\$ 919,49	-R\$ 709,16
PP, TJ 1%, RP, COI, TE, TDS-80%, DEC 53,05	-	R\$ 1.112,84	-R\$ 709,06
PP, TJ 1%, RP, COI, TE, TDS-80%, DEC 16,72	-	R\$ 2.428,79	-R\$ 678,79
PP, TJ 1%, RP, COI, TE, TDS-80%, DEC 0	-	R\$ 2.551,39	-R\$ 670,67

Sendo:

PV: Pagamento à vista

PP: Pagamento à prazo

TJ: Taxa mensal de juros do empréstimo

SR: Sem remuneração dos fluxos de caixa

RP: Remuneração dos fluxos de caixa à remuneração líquida da poupança em abril de 2018

COI: Custo de oportunidade inexistente

COP: Custo de oportunidade como remuneração líquida da poupança em abril de 2018

COTD: Custo de oportunidade como remuneração dos títulos do Tesouro Direto indexados ao IPCA em abril de 2018

TE: Tarifa da energia CEEE-D em abril de 2018

TDS: Taxa anual de degradação do sistema de 0,5%

DEC: Duração Equivalente De Interrupção Por Unidade Consumidora (horas)

Para as simulações dos projetos financiados à taxa de 1% a.m. existe viabilidade, porém com incerteza, considerando que é um investimento muito sensível a variáveis como o preço da energia da distribuidora, que é sujeito a variações devido a desequilíbrios entre oferta e demanda, mudanças tarifárias e outros aspectos da estrutura geradora de energia elétrica do sistema nacional.

CONCLUSÃO

A motivação para a realização do trabalho surgiu do reconhecimento da importância da atividade fumageira para o município de Cristal combinado com a constatação da ampliação da microgeração distribuída no Brasil. O tabaco cristalense corresponde a aproximadamente um quarto do valor dos produtos de lavouras temporárias do município, logo a introdução de tecnologias que aumentem a lucratividade dessa cultura poderia causar impactos consideráveis na renda do município.

Este trabalho verificou a possibilidade de redução dos custos de produção de tabaco através da implantação de energia fotovoltaica no sistema de geração distribuída. Conforme apresentado, a fumiicultura no Brasil é uma atividade agrícola importante, sobretudo no Sul do país e é produzida em grande medida por meio de estabelecimentos agrícolas familiares.

A possibilidade de introduzir a microgeração distribuída de maneira simplificada data de 2012, com o marco regulatório provido pela Agência Nacional de Energia Elétrica. Esse tipo de geração vêm crescendo exponencialmente no Brasil nos últimos anos. A geração distribuída a partir de energias primárias disponíveis nas propriedades traz uma gama de benefícios, como a possibilidade de redução de custos, maior performance da rede elétrica e a implantação de projetos de sustentabilidade ambiental.

A propriedade rural enquanto local da agricultura familiar não deixa de ser uma empresa e, em tempos de economia globalizada e capital agroindustrial, a gerência de recursos e oportunidades de investimento tem impactos diretos na rentabilidade do negócio.

A partir da introdução do regime de produção integrada, a introdução de novas técnicas e tecnologias passou a ser função das fumageiras, deixando os produtores a cargo de executarem um modelo de produção. A expansão da microgeração distribuída faz com que o produtor tenha uma decisão no processo produtivo fora do escopo das fumageiras.

Apesar de ascendente no Brasil, a microgeração distribuída enquanto redutora de custos de produção não tem um parecer definitivo nas atuais condições de custos e financiamento, contudo é perceptível que o investimento à vista se torna desinteressante quando comparado com ativos de risco baixo, como os títulos do Tesouro Direto indexados ao

IPCA e que o investimento financiado à taxa de 1% a.m. é próximo ao neutro nos projetos estudados.

Cabe ressaltar que essa não é uma análise intertemporal – a manutenção dos resultados depende da constância dos parâmetros, que tendem a ser modificados com a introdução de novas tecnologias de geração distribuída, variações cambiais, mudança no preço da energia elétrica, entre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFUBRA, **Fumicultura no Brasil**. Disponível em <https://afubra.com.br/fumicultura-brasil.html>. Acesso em 15/04/2018

AGMAR FERREIRA, SHEILA S. KUNH, KÁTIA C. FAGNANI, TIAGO A. DE SOUZA, CAMILA TONEZER, GEOCRIS RODRIGUES DOS SANTOS, CARLOS H. COIMBRA-ARAÚJO, **Economic Overview Of The Use And Production Of Photovoltaic Solar Energy In Brazil**, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 81, Part 1, 2018, Pages 181-191.

ALMEIDA, M.P., **Qualificação de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede**. Universidade de São Paulo, São Paulo, maio de 2012.

AMERICAN CANCER SOCIETY, **The Tobacco Atlas - 6th version**. Atlanta, Georgia, Estados Unidos da América, 2018.

ANEEL, **BIG –Banco de Informação de Geração**. Brasil. Disponível em <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em 20/04/2018.

ANEEL, **Geração distribuída**. Disponível em http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/GD_Estadual.asp. Acesso em 20/04/2018

ANEEL. **Nota Técnica nº 0056/2017** – Projeções de Geração Distribuída, Brasil, 2017.

ANEEL. **Painel de Desempenho das Distribuidoras de Energia Elétrica por Município**. Brasil, Disponível em [http://www2.aneel.gov.br/relatoriosrig/\(S\(ekhm2yn4vtc3zzx5eigqcojv\)\)/relatorio.aspx?folder=sfe&report=PainelMunicipio](http://www2.aneel.gov.br/relatoriosrig/(S(ekhm2yn4vtc3zzx5eigqcojv))/relatorio.aspx?folder=sfe&report=PainelMunicipio)

ANEEL, **Perda de energia**. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/documents/654800/14936188/Base_Perdas_Internet+-+26-4-2018.xlsx/9882b145-f804-a100-50b4-a54805cee0da, acesso em 30/04/2018

ANEEL. **Resolução normativa nº 687 de 24 de novembro de 2015**. Brasil, 2013.

ARAÚJO, A. J. N.; RANK. N. I.; BUENO, T. B. A. **Análise dos Fatores de Perdas Nos Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica em Curitiba**, 86P. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba, 2016.

BANCO CENTRAL DO BRASIL, **Remuneração dos Depósitos de Poupança. Disponível em Remuneração dos Depósitos de Poupança**. Acesso em 30/04/2018.

BARBOSA, Wilson, AZEVEDO, A., **Geração Distribuída: Vantagens e Desvantagens**. II Simpósio de Estudos e Pesquisas em Ciências Ambientais na Amazônia. Belém, Brasil, 2013.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO BRITO–
Potencial Solar. Disponível em <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>,
acesso em 02/05/2018.

CREMA, FILIPE COSTA, **Estudo de empreendimentos energéticos híbridos baseados em fontes renováveis desde o ponto de vista da regulamentação vigente no Brasil**. Universidade Federal de Brasília, Brasília, julho de 2016.

DUTRA, E., HILSINGER, R., **A Cadeia produtiva do tabaco na região Sul do Brasil: aspectos quantitativos e qualitativos**. Geografia Ensino & Pesquisa, vol. 17, n.3 , set./ dez. 2013.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, **Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira**. Rio de Janeiro, maio de 2012.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, **FAOSTAT**. Dados de 2016, disponível em <http://www.fao.org/faostat/en/#data>, consulta em maio de 2018.

ILHA, Adair da S.; BARRERO, Giani Augusto Bicca; FREITAS, Clailton Ataídes de; STADUTO, Jefferson Andrônio R. **A fomicultura no Rio Grande do Sul: uma abordagem sob a ótica da nova economia das instituições**. XLI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural (SOBER), 2003, Juiz de Fora - MG, 2003.

ISMAEL, SILVIA MARIA CURY, **Efetividade da terapia cognitivo-comportamental na terapêutica do tabagista**. Universidade de São Paulo, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA**. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/precos-e-custos/9256-indice-nacional-de-precos-ao-consumidor-amplo.html?=&t=downloads>. Acesso em 30/04/2018

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Pesquisa Agrícola Municipal**. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612> acesso em 16/04/2018

JAHN, U. & NASSE, W., **Performance Analysis and Reliability of Grid-Connected PV Systems in IEA countries**. 3rd World Conference on Photovoltaic Energy Conversion, Osaka, Japão, maio de 2003.

KOZEN, G., **Difusão de Sistemas Fotovoltaicos Residenciais Conectados à Rede no Brasil: uma Simulação via Modelo de Bass**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

MELO, Fernando, **Projeto e análise de desempenho de um sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica de baixa tensão em conformidade com a resolução normativa 482 da ANEEL**. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

MORAES, G., TORNQUIST. L., BUENO, R.W., **Um estudo comparativo em relação às estufas convencionais e elétricas na secagem de folhas de fumo por meio da modelagem**

matemática. VII Congresso Internacional de Ensino da Matemática, Canoas, Rio Grande do Sul, 2017.

NASCIMENTO, L., **A Avaliação de Longo Prazo de um Sistema Fotovoltaico Integrado à Edificação Urbana e Conectado à Rede Elétrica Pública.** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Dezembro de 2013.

OLIVEIRA, I., **Simulação e Projeto de um Sistema Solar Térmico para Complemento Energético no Processo de Cura do Tabaco.** Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2014.

PAULI, R. I. P.; FLECH. E. M.; LUCAS, L. O. **Modalidades de produção fumicultora no Rio Grande do Sul e particularidades das variáveis tecnológicas e do trabalho.** Revista Latino-Americana de História, v. 1, nº. 3. ed. 2012.

REIS, LINEU BELICO DOS, **Geração de Energia Elétrica - 2ª Edição.** Editora Manole, 2011.

RIQUINHO, DEISE LISBOA, HENNINGTON, ÉLIDA AZEVEDO. **Diversificação agrícola em localidade rural do Sul do Brasil: reflexões e alternativas de cumprimento da Convenção-Quadro para o controle do tabaco.** *Physis*, 2014, vol.24, nº.1, páginas 183-207.

SANTOS, VANESSA TRINDADE DOS, **Análise do custo de produção do tabaco Virginia em uma pequena propriedade rural no município de Tunas – RS.** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

SILVÉRIO, Naidion Motta, **Utilização de usinas solares flutuantes para operação coordenada com centrais hidrelétricas: estudo de caso das hidrelétricas da bacia do rio São Francisco.** Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2018.

TIEPOLO, GERSON MAXIMO, **Fontes Renováveis de Energia e a Influência no Planejamento Energético Emergente no Brasil.** VII Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, Curitiba, 2012.

THE NEW YORK TIMES, **Markets.** Disponível em <https://markets.on.nytimes.com/research/markets/usmarkets/industry.asp?industry=54123>, acesso em 18/05/2018

VILLALVA, Marcelo Gradella, **Conversor Eletrônico De Potência Trifásico Para Sistema Fotovoltaico Conectado À Rede Elétrica,** UNICAMP, Campinas, 2010.

VOGT, OLGARIO PAULO, **A Produção de Fumo em Santa Cruz do Sul, RS (1849 – 1993).** Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1994.

ANEXOS

Anexo 1) Valor de mercado de empresas fumageiras

Companhias	Valor de mercado
Altria Group Inc MO	105.300
Philip Morris International	124.900
British American Tobacco	118.100
Imperial Brands	35.200
Turning Point Brand	502.5
Universal Corp	1.700
Vector Group Ltd	2.600
Alliance One Intertional Tobacco	179.3
Total	387.800

Fonte: The New York Times, acesso em 28/05/2018

Anexo 2) Dez maiores produtores de tabaco em folha do Brasil em 2017. Fonte: AFUBRA.

Município	Famílias produtoras	Produção (ton)
Canguçu (RS)	5.217	23.143
Venâncio Aires (RS)	4.421	22.832
São Lourenço do Sul (RS)	3.556	19.174
São João do Triunfo (PR)	2.325	16.653
Santa Cruz do Sul (RS)	3.847	16.029
Candelária (RS)	3.450	15.418
Rio Azul (PR)	2.688	15.160
Itaiópolis (SC)	2.713	13.955
Camaquã (RS)	2.375	13.692
Vale do Sol (RS)	2.539	12.909

Dados obtidos por correio eletrônico

Anexo 3)Dados da AFUBRA

Municípios	Famílias produtoras	Número de estufas	Hectares plantados				PRODUTIVIDADE		
			VA ¹	BY ²	CO ³	TOTAL	Produção (ton)	kg/ha	R\$/kg
Amaral Ferrador	786	1.180	1.811,6	0,0	0,0	1.811,6	4.442,1	2.452	8,09
Arroio dos Ratos	6	10	11,1	0,0	0,0	11,1	26,5	2.390	8,09
Barão do Triunfo	1.071	1.535	2.174,8	0,0	0,0	2.174,8	5.352,2	2.461	8,09
Barra do Ribeiro	9	14	23,3	0,0	0,0	23,3	57,9	2.478	8,09
Butiá	3	4	5,4	0,0	0,0	5,4	13,3	2.478	8,09
Camaquã	2.375	4.435	5.535,6	0,0	0,0	5.535,6	13.691,7	2.473	8,09
Cerro Grande do Sul	692	1.206	1.730,0	0,0	0,0	1.730,0	4.281,1	2.475	8,09
Chувиска	1.167	2.220	2.631,7	0,0	0,0	2.631,7	6.513,8	2.475	8,09
Cristal	255	434	562,8	0,0	0,0	562,8	1.367,7	2.430	8,09
Dom Feliciano	1.787	3.068	4.586,0	0,0	0,0	4.586,0	11.040,4	2.407	8,09
Eldorado do Sul	1	0	2,3	0,0	0,0	2,3	5,7	2.478	8,09
Encruzilhada do Sul	163	198	340,8	1,7	0,0	342,5	841,0	2.455	8,09
Guaíba	3	4	8,0	0,0	0,0	8,0	16,7	2.075	8,09
Mariana Pimentel	205	281	386,3	0,0	0,0	386,3	949,6	2.458	8,09
São Jerônimo	505	711	922,3	0,0	0,0	922,3	2.224,5	2.412	8,09
Sentinela do Sul	141	264	305,8	0,0	0,0	305,8	753,1	2.463	8,09
Sertão Santana	531	957	1.245,8	0,0	0,0	1.245,8	3.082,6	2.474	8,09
Tapes	3	4	6,3	0,0	0,0	6,3	15,7	2.478	8,09

Fonte: AFUBRA

¹ Planta da variedade Virgínia

² Planta da variedade Burley/Mariland

³ Planta da variedade Comum

Anexo 4) FEC, DEC, limites impostos pela ANEEL e compensações dos conjuntos distribuidores da CEEE de Camaquã e de São Lourenço do Sul

Rede Distribuidora	Período de Referência	Unidades Consumidoras	DEC observada	DEC limite	FEC observada	FEC limite	Compensações
CAMAQUÃ	03/2017 a 02/2018	34.040	31,12	17	13,24	12	R\$ 737.352,29
SÃO LOURENÇO DO SUL	03/2017 a 02/2018	18.777	40,06	22	18,63	12	R\$ 668.082,26
CAMAQUÃ	01/2017 a 02/2017	33.883	34,98	17	14,55	13	R\$ 798.615,53
SÃO LOURENÇO DO SUL	01/2017 a 12/2017	18.680	47,13	24	17,8	13	R\$ 885.372,37
CAMAQUÃ	01/2016 a 12/2016	33.735	25,29	18	12,57	14	R\$ 479.898,50
SÃO LOURENÇO DO SUL	01/2016 a 12/2016	18.408	33,6	26	19,55	14	R\$ 605.789,00
CAMAQUÃ	01/2015 a 12/2015	33.249	29,61	19	13,93	15	R\$ 556.301,04
SÃO LOURENÇO DO SUL	01/2015 a 12/2015	18.058	51,02	30	35,67	16	R\$ 853.099,69
CAMAQUÃ	01/2014 a 12/2014	32.501	36,1	19	19,56	17	R\$ 618.438,29
SÃO LOURENÇO DO SUL	01/2014 a 12/2014	17.698	57,36	34	34,62	17	R\$ 773.706,04
CAMAQUÃ	01/2013 a 12/2013	31.987	32,91	20	17,51	19	R\$ 245.006,25
SÃO LOURENÇO DO SUL	01/2013 a 12/2013	17.343	58,39	39	29,56	19	R\$ 356.736,87
CAMAQUÃ	01/2012 a 12/2012	31.373	36,36	21	17,06	20	R\$ 462.557,86
SÃO LOURENÇO DO SUL	01/2012 a 12/2012	16.932	52,2	44	23,01	21	R\$ 641.342,34
CAMAQUÃ	01/2011 a 12/2011	31.152	34,75	26	15,42	21	R\$ 346.453,10
SÃO LOURENÇO DO SUL	01/2011 a 12/2011	16.715	48,98	45	18,45	21	R\$ 235.780,35

Anexo 5) Dados sobre FEC e DEC dos conjuntos de Camaquã (sufixo “cmq”) e de São Lourenço do Sul (sufixo “slc”)

Ano	Mês	periodo	feccmq	deccmq	fecslc	decsslc
2015	Jan	1	36.29	79.32	48.76	94.55
2015	Fev	2	34.01	73.32	48.31	85.15
2015	Mar	3	32.24	69.75	46.1	81.79
2015	Abr	4	30.34	63.71	46.16	80.96
2015	Mai	5	30.3	74.38	47.45	80.29
2015	Jun	6	29.53	63.96	45.61	68.38
2015	Jul	7	28.09	62.99	43.85	64.97
2015	Ago	8	27.28	62.1	43.57	65.14
2015	Set	9	26.93	59.64	41.05	63.06
2015	Out	10	29.4	72.72	42.88	64.9
2015	Nov	11	28.34	71.09	43.19	70.14
2015	Dez	12	27.05	73.92	42.74	70.3
2016	Jan	13	22.17	66.17	31.43	60.9
2016	Fev	14	21.27	64.9	24.97	59.99
2016	Mar	15	23.36	70.94	26.64	65.67
2016	Abr	16	24.37	73.82	28.89	74.98
2016	Mai	17	23.08	62.08	27.96	74.18
2016	Jun	18	22.24	60.92	27.81	72.7
2016	Jul	19	22.89	61.11	29.27	73.91
2016	Ago	20	21.73	59.42	27.49	72.13
2016	Set	21	21.12	60.89	28.64	72.97
2016	Out	22	18.84	49.71	25.44	60.65
2016	Nov	23	19.86	53.45	24.06	53.88
2016	Dez	24	18.74	48.21	24.14	52.72
2017	Jan	25	19.29	50.75	25.73	57.9
2017	Fev	26	19.77	52.81	24.8	60.12
2017	Mar	27	19.33	53.09	22.94	56.96
2017	Abr	28	18.28	50.57	20.88	49.31
2017	Mai	29	19.53	55.47	22.62	59.35
2017	Jun	30	20.11	56.22	22.12	58.76
2017	Jul	31	19.98	54.55	19.94	54.88
2017	Ago	32	20.56	55.93	21.38	58.32
2017	Set	33	20.17	53.81	21.18	57.22
2017	Out	34	20.08	55.23	20.22	59.04
2017	Nov	35	18.7	51.75	20.38	58.82
2017	Dez	36	20.64	57.82	22.15	68.57

Anexo 6) Resultados dos testes de Dickey Fuller para as séries FEC e DEC do conjunto de distribuição de Camaquã e São Lourenço do Sul

As séries “feccmq”, “deccmq” e “decslc” apresentam estacionariedade, apresentando p-valor abaixo de 10%. A série “fecslc” apresenta erros não estacionários, que são confirmados com a presença de sazonalidade nas regressões a seguir.

```
.
. dfuller feccmq
```

```
Dickey-Fuller test for unit root                Number of obs   =        35
```

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller			
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
Z(t)	-2.949	-3.682	-2.972	-2.618

```
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0399
```

```
. dfuller deccmq
```

```
Dickey-Fuller test for unit root                Number of obs   =        35
```

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller			
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
Z(t)	-2.673	-3.682	-2.972	-2.618

```
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0789
```

```
. dfuller fecslc
```

```
Dickey-Fuller test for unit root                Number of obs   =        35
```

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller			
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
Z(t)	-1.484	-3.682	-2.972	-2.618

```
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.5417
```

```
. dfuller decslc
```

```
Dickey-Fuller test for unit root                Number of obs   =        35
```

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller			
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
Z(t)	-3.153	-3.682	-2.972	-2.618

```
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0229
```

Anexo 7) Resultados das regressões para as séries FEC e DEC do conjunto de distribuição de Camaquã e São Lourenço do Sul

Variável dependente: deccmq

Variável independente: Período

Source	SS	df	MS			
Model	1503.06922	1	1503.06922	Number of obs =	36	
Residual	967.797802	34	28.4646412	F(1, 34) =	52.80	
Total	2470.86702	35	70.5962006	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.6083	
				Adj R-squared =	0.5968	
				Root MSE =	5.3352	

deccmq	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
periodo	-.6220051	.0855968	-7.27	0.000	-.7959587	-.4480516
_cons	72.79932	1.816118	40.09	0.000	69.10852	76.49011

Variável dependente: feccmq

Variável independente: Período

. reg feccmq periodo

Source	SS	df	MS			
Model	675.341942	1	675.341942	Number of obs =	36	
Residual	174.348555	34	5.12789867	F(1, 34) =	131.70	
Total	849.690497	35	24.2768713	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.7948	
				Adj R-squared =	0.7888	
				Root MSE =	2.2645	

feccmq	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
periodo	-.4169331	.0363307	-11.48	0.000	-.490766	-.3431001
_cons	31.48854	.770834	40.85	0.000	29.92202	33.05506

Variável dependente: decslc

Variável independente: Período

. reg decslc periodo

Source	SS	df	MS			
Model	1787.07938	1	1787.07938	Number of obs =	36	
Residual	1802.14522	34	53.0042711	F(1, 34) =	33.72	
Total	3589.2246	35	102.549274	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.4979	
				Adj R-squared =	0.4831	
				Root MSE =	7.2804	

decslc	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
periodo	-.6782291	.1168046	-5.81	0.000	-.9156046	-.4408536
_cons	78.75724	2.478258	31.78	0.000	73.72081	83.79367

Variável dependente: fecslc

Variável independente: Período

Source	SS	df	MS			
Model	3137.21838	1	3137.21838	Number of obs =	36	
Residual	493.100116	34	14.5029446	F(1, 34) =	216.32	
Total	3630.3185	35	103.723386	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.8642	
				Adj R-squared =	0.8602	
				Root MSE =	3.8083	

fecslc	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
periodo	-.8986216	.0610988	-14.71	0.000	-1.022789	-.7744539
_cons	48.03422	1.296341	37.05	0.000	45.39974	50.6687

Variável dependente: fecslc

Variáveis independentes: Período, saz1

. reg fecslc periodo saz1

Source	SS	df	MS			
Model	3212.99359	2	1606.49679	Number of obs =	36	
Residual	417.32491	33	12.6462094	F(2, 33) =	127.03	
Total	3630.3185	35	103.723386	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.8850	
				Adj R-squared =	0.8781	
				Root MSE =	3.5562	

fecslc	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
periodo	-.9401064	.0595177	-15.80	0.000	-1.061196	-.8190168
saz1	-3.069877	1.254116	-2.45	0.020	-5.621394	-.5183594
_cons	49.1407	1.420965	34.58	0.000	46.24972	52.03168

. reg fecslc periodo

Source	SS	df	MS			
Model	3137.21838	1	3137.21838	Number of obs =	36	
Residual	493.100116	34	14.5029446	F(1, 34) =	216.32	
Total	3630.3185	35	103.723386	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.8642	
				Adj R-squared =	0.8602	
				Root MSE =	3.8083	

fecslc	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
periodo	-.8986216	.0610988	-14.71	0.000	-1.022789	-.7744539
_cons	47.1356	1.243427	37.91	0.000	44.60865	49.66255

O p-valor da dummy saz1 é significativo (0,02) e o R² ajustado da série com a dummy (0,8781) é maior do que o R² da série sem a dummy (0,8642). Logo, a sazonalidade é estatisticamente significativa.