

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

Félix Vietta Filho

**Energia Eólica na Região Sudoeste do Estado do
Rio Grande do Sul**

**Itaqui-RS
2018**

Félix Vietta Filho

**Energia Eólica na Região Sudoeste do Estado do
Rio Grande do Sul**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso Bacharelado
Interdisciplinar de Ciências e Tecnologia
da Universidade Federal do Pampa, como
requisito parcial para obtenção do Título de
Bacharel em Ciências e Tecnologia.

Orientador: Paulo Roberto Cardoso da
Silveira

**Itaqui-RS
2018**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

Vietta Filho, Félix

Energia Eólica na Região Sudoeste no Estado do Rio Grande do Sul / Félix Vietta Filho.

33 p.

V66e

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade Federal do Pampa, INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2018.

"Orientação: Paulo roberto Cardoso da Silveira ".

1. Energia Eólica . 2. Rizicultura. 3. Sustentabilidade. I. Título.

Félix Vietta Filho

**Energia Eólica na Região Sudoeste do Estado do
Rio Grande do Sul**

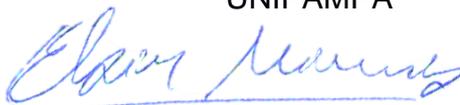
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Interdisciplinar
em Ciências e Tecnologia da Universidade
Federal do Pampa, como requisito parcial
para obtenção do Título de Bacharel em
Ciências e Tecnologia.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 29 de junho de 2018

Banca examinadora:



Prof. Dr. Paulo Roberto Cardoso da Silveira
UNIPAMPA



Prof. Dr. Eloir Missio
UNIPAMPA



Prof. Dr. Nelson Victoria Bariani
UNIPAMPA

AGRADECIMENTO

Primeiramente, gostaria de agradecer aos meu pais, que nunca deixaram faltar nada e sempre me incentivaram, propiciando-me oportunidades que, infelizmente, nem todos podem ter. Agradeço também a minha irmã, Ingrid que me serviu como exemplo e sempre foi muito companheira; aos meus avós, que mesmo distantes, não mediam esforços para acompanharem meu crescimento e desenvolvimento, apresentando-me experiências únicas e marcantes; aos meus amigos, que estiveram ao meu lado, dando suporte emocional, principalmente, a minha namorada que foi de grande ajuda para minha graduação, já que sempre me apoiou e incentivou a continuar, mesmo quando eu pensava em desistir. Obrigado por ser tão paciente, carinhosa e forte. Por fim, gostaria de agradecer ao meu Professor orientador Dr. Paulo Roberto Cardoso da Silveira, por ter confiado em mim e me guiado nessa etapa da graduação, ao Professor Me. Carlos Aurélio Dili Gonçalves, por ter disponibilizado seu tempo para auxiliar na Elaboração deste Trabalho, ao Professor Dr. Eloir Missio por ter disponibilizado seu tempo para correção deste trabalho e ao Professor Dr. Nelson Victoria Bariani por se disponibilizar a avaliar este Trabalho.

”O insucesso é apenas uma oportunidade
para recomeçar com mais inteligência“

Henry Ford

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar o potencial eólico da região sudoeste do estado do Rio Grande do Sul, tendo em vista que a energia eólica é uma fonte de energia renovável e um país em desenvolvimento precisa de uma matriz energética diversificada, foi analisada a capacidade e viabilidade de implantação da mesma na região. Tomando por base que a principal atividade realizada na região é a rizicultura, foi feita uma revisão de literatura para realizar um comparativo econômico entre as atividades escolhidas, para determinar qual das mesmas tem uma rentabilidade melhor, após a realização da pesquisa foi observado que a energia eólica apesar de ser uma atividade com retorno financeiro demorado, apresenta lucros por hectare maior que o cultivo de arroz. Por ser uma fonte renovável de energia possui incentivos fiscais dentre os quais pode-se citar o apoio do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), o qual disponibiliza até 80% do valor de instalação dos mesmos. Demonstrou que tem um grande potencial econômico e baixos impactos ambientais, tornando a mesma uma ideia promissora para investimento na região.

Palavras-Chave: econômico, ambiental, renovável.

ABSTRACT

This work aims to analyze the wind potential of the southwestern region of the state of Rio Grande do Sul, considering that wind energy is a renewable energy source and a developing country needs a diversified energy matrix. feasibility of its implementation in the region. Based on the fact that the main activity carried out in the region is the rhiziculture, a literature review was carried out to carry out an economic comparison between the chosen activities, to determine which one has a better profitability, after the research was realized that the energy Although it is an activity with a long financial return, it presents profits per hectare higher than rice cultivation. As a renewable source of energy, it has fiscal incentives, among which we can mention the support of the National Bank for Economic and Social Development (BNDES), which provides up to 80% of the installation value. It has demonstrated that it has great economic potential and low environmental impacts, making it a promising idea for investment in the region.

Keywords: economic, environmental, renewable.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Rugosidade do estado do Rio Grande do Sul.....	20
Figura 2 – Velocidade média dos ventos no Rio Grande do Sul.....	21
Figura 3 – Distribuição da energia elétrica no Rio Grande do Sul.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela dos 5 maiores municípios produtores de arroz no Brasil em função do seu potencial eólico.....	22
Tabela 2 – Tabela dos municípios da mesorregião sudoeste do estado do Rio Grande do Sul em função da sua capacidade eólica instalável.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

HTML - Hypertext Markup Language

HTTP - HyperText Transfer Protocol

XML - extensible Markup Language

GW – Giga Watts

KW – Kilo Watts

TWh – Tera Watts hora

ha – Hectare

R\$ - Reais

m – Metros

payback- Retorno financeiro

GEE – Gases do efeito estufa

IRGA – Instituto Riograndense de Arroz

on-shore – Parques eólicos terrestres

Nacele – Suporte do motor das estruturas eólicas

off-shore – Parques eólicos marítimos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 CONCEITOS GERAIS E REVISAO DE LITERATURA.....	16
2.1 Energia Eólica	16
2.2 Aerogeradores.....	16
2.3 Desenvolvimento Sustentável.....	17
2.4 Energias Renováveis.....	17
3 METODOLOGIA.....	19
4 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	20
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
6 REFERENCIAS.....	28
7 ANEXOS	33

1 INTRODUÇÃO

Todas as atividades humanas necessitam de energia, seja elétrica, mecânica, nuclear, química. Segundo o princípio de Lavoisier ou Lei da Conservação de Energia: "Na natureza nada se cria, nada se perde tudo se transforma". Com base nessas premissas o ser humano gera energia elétrica através de recursos naturais. A energia elétrica é necessária em todas as atividades do nosso cotidiano, direta ou indiretamente, desde a produção dos bens de consumo até o ligar de uma lâmpada.

Sabemos que a energia elétrica nem sempre foi utilizada. Até a primeira revolução industrial a principal matriz energética era o carvão e apenas durante a segunda revolução industrial foram descobertas outras utilidades para o petróleo, que tornou-se a matriz energética dominante. Com o passar do tempo, contudo, verificou-se que fonte de energias fósseis, além de serem limitadas, são prejudiciais ao planeta e ao ser humano devido a poluição ambiental. Assim, o uso da eletricidade passa a ser estratégico para o desenvolvimento econômico; desde o fim do século XIX, a mesma tornou-se a forma de energia mais importante para o ser humano, devido a seu grande leque de aplicabilidade dentro da sociedade contemporânea.

Atualmente, as formas de obtenção de energia elétrica no Brasil são através de hidrelétricas, de combustíveis fósseis, biomassa, eólica, importação, nuclear e solar. Sendo a principal a hidroelétrica e depois a proveniente de combustíveis fósseis (ANEEL, 2018).

Com o desenvolvimento tecnológico e o aumento da expectativa de vida, o consumo de energia tem aumentado. Conforme o consumo de energia cresce, a produção tem que acompanhar, deste modo, tem se gerado uma escassez nas fontes de geração de energia. Com um consumo elevado e recursos fósseis limitados, a sociedade brasileira tem o desafio de encontrar fontes alternativas de energia, ainda mais se considerarmos que o potencial de geração de energia elétrica está próximo ao limite. Pesquisas na área do desenvolvimento sustentável, onde o principal objetivo é "suprir as necessidades dos seres humanos da atualidade, sem comprometer a capacidade do planeta para atender as futuras gerações" (DECICINO, 2008), tem proposto o investimento em fontes de energia renováveis, sendo elas a hídrica, biomassa, eólica, solar e Oceânica. Neste sentido, tem se revelado o potencial hidroelétrico de fontes menos utilizadas como a eólica e a solar.

No Brasil as principais fontes de energias renováveis são em ordem de volume gerado: hídrica, biomassa, eólica e solar. Apesar da produção de energia através de hidroelétrica ser a mais frequente no Brasil, a energia eólica é a que mais cresce. Desde o primeiro aereogerador de 75 KW implantado no arquipélago de Fernando de Noronha em 1992 (SOUZA et al., 2016), a produção de energia eólica brasileira já alcança 12.865.643 kW, sendo responsável por 8,09% da produção nacional (ANEEL, 2018). Porém o potencial existente não é totalmente aproveitado, tendo em vista os métodos de medição e tecnologias do momento. O potencial do país é estimado entre 143 GW e 400 GW, sendo os Estados com maiores capacidades de geração, o Ceará e o Rio Grande do Sul (SOUZA et al., 2016).

O Estado do Rio Grande do Sul tem grande importância na produção de energia eólica, sendo que no ano de 2013 o Estado já era responsável por 22% da produção nacional. Atualmente, é o segundo maior produtor da mesma, perdendo apenas para o Ceará (ATLAS RS, 2014).

A mesorregião do estado com maior potencial eólico é a sudoeste. Em decorrência de seu bioma e posição geográfica sofre influência de ventos de locais distintos, fazendo com que tenha um potencial eólico elevado (ATLAS RS, 2014). Assim, pode-se utilizar essa fonte de energia como um complemento ou substituição de outras fontes de energia para a realização de atividades do setor agroindustrial.

Nesta região, ocorre a maior concentração de fazendas de cultivo de arroz. Sabemos que para a produção deste cereal existe um consumo de energia elevado, pois se utiliza energia para a irrigação, armazenamento e transporte do grão, entre outros gastos, já que a produção de arroz depende de diversos equipamentos que necessitam de energia elétrica, seja direta ou indiretamente ou no processamento industrial.

Uma bomba de irrigação, por exemplo, consome em média R\$ 30,96/h (IRGA, 2017); já um trator não necessita ficar conectado à rede elétrica, mas terá um consumo indireto da energia, como realização de reparos ou limpeza, onde serão utilizadas ferramentas elétricas ou o auxílio das mesmas. Ou seja, todos os equipamentos na produção do arroz consomem energia direta ou indiretamente. Estima-se que a energia elétrica é responsável por 10% do custo de uma fazenda de arroz (COLUSSI, 2015), esses gastos com energia elétrica deprimem o lucro ou são repassados ao consumidor.

Uma forma de reduzir o custo de produção seria a utilização de fazendas eólicas dentro das fazendas onde o proprietário teria condições de gerar energia para a fazenda e ainda servir como uma segunda forma de renda sem perder o espaço utilizado, já que podem ser realizadas outras atividades econômicas no espaço entre as torres. Para a implantação das torres poderia arrendar suas terras ou investir no parque.

No Brasil existem programas de incentivo à utilização de fontes de energias renováveis para baratear os custos de produção. Neste sentido, pode-se citar o Programa PROEÓLICA, como o primeiro incentivo à fonte eólica que ocorreu durante a crise energética de 2001, momento em que se tentou incentivar a contratação de geração de energia eólica no país, até então insignificante. Em 2002 o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), instituído pela Lei nº 10.438/2002, entrou em vigor com o objetivo da diversificação da matriz energética brasileira, buscando promover a segurança no abastecimento, a valorização das características e potencialidades regionais e locais; também se almeja a criação de empregos, capacitação e formação de mão-de-obra, além da redução de emissão de gases de efeito estufa (SOUZA et al., 2016).

Para realização do trabalho tomou-se por base livros, artigos, informações da internet (sites), instituições governamentais e revistas, onde buscou-se informações acerca do potencial eólico da região sudoeste; realizou-se, ainda, um comparativo financeiro com a principal atividade econômica da região, o cultivo de arroz em relação a geração de energia eólica, em que foram obtidos resultados promissores para a utilização de energia eólica.

2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA

Para realização deste trabalho desenvolveu-se um embasamento teórico, através da leitura de autores distintos, buscando por dados referentes a energia eólica e sobre o cultivo do arroz na região sudoeste do estado do Rio Grande do Sul, dando ênfase para os aspectos econômicos dos mesmos.

2.1 Energia Eólica.

A energia eólica é a energia proveniente dos ventos, cuja captação se dá através das pás dos aerogeradores que ao rotacionar o eixo, transformam a mesma em energia de rotação, que posteriormente será transformada em energia elétrica pelo gerador (RIBEIRO; CORRÊA; RODRIGUES, 2017).

Foram encontrados aerogeradores na China e Babilônia datados de 1700 a 2000 A.C. (ENERGIA, 2010), porém o uso do mesmo para a produção de eletricidade é relativamente recente, datando do fim do século XIX, na Dinamarca e Estados Unidos (SOUZA et al., 2016). Apesar do conhecimento da tecnologia, a energia eólica só ganhou força após a crise do petróleo em 1973 (SOUZA et al., 2016).

Segundo ATLAS, 2001, o Brasil tem um potencial de 143 GW, porém segundo ATLAS RS, 2014 afirma que só o Estado do Rio Grande do Sul tem um potencial entre 103 GW para torres de 100 m e 245,4 para torres com 150 m, ou seja o potencial eólico nacional pode ser muito maior do que o estimado em 2001, considerando os avanços tecnológicos dos aerogeradores e dos métodos de medição.

O custo de implantação por MW em um parque eólico com potência de 30 MW é de 4.200.000 R\$, sendo o tempo de retorno do investimento inicial até o momento no qual o ganho acumulado se iguala ao valor deste Será de 8 anos, em uma área de cerca de 500 ha, para aerogeradores entre 2,1 MW e 2,2 MW e com um diâmetro de rotor de 110 m. Entretanto, apenas cerca de 5% dessa área é ocupada pelas torres, pois o que demanda uma área maior é o espaço entre elas para que não haja influência de uma sobre a outra (RIBEIRO; CORRÊA; RODRIGUES, 2017).

2.2 Aerogeradores.

Os aerogeradores são as máquinas responsáveis por captar a energia cinética dos ventos através de suas pás e transforma-la em energia de rotação em seu eixo

no rotor, que, por sua vez, será transformada em energia elétrica por um gerador que se encontra dentro da nacelle (NETO; CARVALHO, 2012).

Considerando o eixo dos mesmos podemos classificar os aerogeradores em dois grupos, quais sejam, os aerogeradores de eixo horizontal e os de eixo vertical. Os aerogeradores de eixo vertical são divididos em 2 modelos o de Savonius e Darrieus. Por não atingirem elevadas altitudes não são muito utilizados em parques on-shore. Contudo, em parques off-shore tem preferência, já que seu maquinário fica localizado na base do mesmo, proporcionando maior estabilidade (SOUZA et al., 2016). A principal diferença entre eles é o formato de suas pás.

Os aerogeradores de eixo horizontal têm como característica uma torre que suportará a nacelle, na qual serão encontrados todos os equipamentos para seu funcionamento, incluindo o eixo responsável pela fixação das pás. A principal diferença entre os mesmos é a quantidade de pás, seu tamanho e tecnologia dentro da nacelle (NETO; CARVALHO, 2012).

2.3 Desenvolvimentos sustentável.

Desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que "satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades".

Com base no desenvolvimento sustentável foi criado uma série de normas a serem seguidas, como o Protocolo de Quioto, acordo internacional que estabeleceu que os países desenvolvidos deveriam reduzir, entre 2008 e 2012, suas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) 5,2% em média, em relação aos níveis medidos em 1990 (Brasil, 2017). Os países que não utilizarem toda sua cota podem vender seus créditos, o que movimenta o mercado global, já que alguns países não diminuem sua emissão.

2.4 Energias Renováveis.

Segundo (ENERGIAS, 2006) as energias renováveis são energias provenientes de ciclos naturais de transformação da energia solar, já que a mesma é a principal fonte de energia de nosso planeta, portanto consideradas praticamente inesgotáveis.

Dentre as energias renováveis conhecidas atualmente destacam-se a biomassa, solar, eólica, oceânica e geotérmica (SOUZA et al., 2016), as quais são captadas de fontes quase inesgotáveis, tomando por base o tempo de vida humano.

3 METODOLOGIA

Considerando que o objetivo deste trabalho é analisar a viabilidade da implantação de usinas eólicas na região sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul, o caminho metodológico utilizado envolve uma revisão de literatura de artigos acadêmicos, revistas especializadas, sites governamentais.

Após a realização da leitura das mesmas sistematizam-se os principais dados encontrados. Feita uma análise dos dados, realizou-se um comparativo entre a atividade orizícola e a implantação dos parques eólicos.

Para sustentar a análise comparativa busca-se relatórios e literatura sobre a geração de energia eólica e o acesso a informantes-chaves, caso dos profissionais do IRGA (Instituto Riograndense do arroz).

O critério de comparação entre as atividades escolhido foi o econômico, já que o mesmo é a principal característica em um cenário mundial que busca o desenvolvimento sustentável. As atividades foram avaliadas, separadamente, e posteriormente foi realizado uma comparação para determinar a mais vantajosa.

Critérios econômicos:

Custo de implantação por hectare: foi analisado o custo que cada atividade necessita para ocupar um hectare, tendo em vista que ambas ocupam grandes extensões de terra.

Custos de manutenção anual por hectare: custo necessário para a manutenção da atividade anualmente.

Lucro mensal por hectare produzido: lucro que cada hectare proporciona ao investidor.

Tempo de retorno do investimento: o tempo que cada atividade demora para ressarcir o custo de implantação.

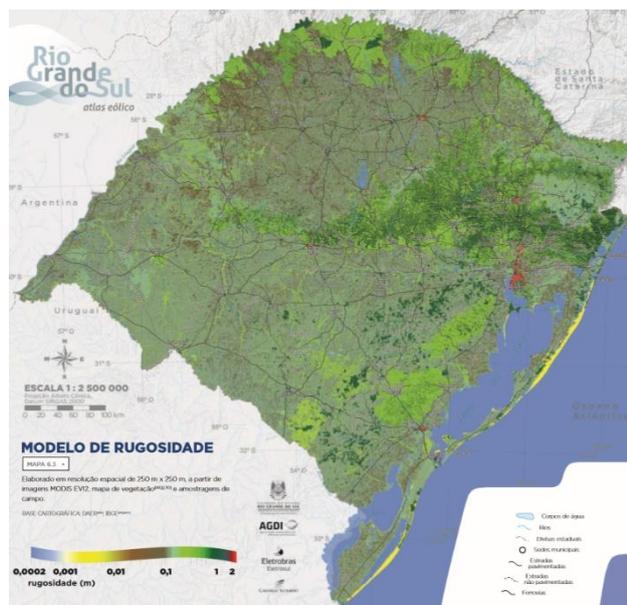
4 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Segundo a Aneel, 2018. O Brasil produz 159,68 GW e consome 167,85 GW, ou seja, precisa importar energia elétrica. Tomando por base que a principal matriz energética no país é fóssil e que a hidroelétrica é a principal matriz energética de geração de energia elétrica, somando-se ao fato de que praticamente todos os locais possíveis de implantação de grandes usinas foram utilizados, necessita-se buscar por outras fontes de energia renovável.

O atlas brasileiro de energia eólica de 2001 encontra-se desatualizado, já que mapas estaduais o do Rio Grande do Sul de 2014, demonstram potencial eólico superior ao previsto para todo o país naquele documento. O atlas do Rio Grande do Sul de 2014, afirma ter no Estado um potencial entre 103 GW e 245,3 GW, sendo a região sudoeste do Rio Grande do Sul responsável por 42,3 GW; pode-se verificar através da tabela constante no anexo A os municípios da região sudoeste do Rio Grande do Sul e seu potencial eólico.

Considerando que a flora e a topografia possuem grande influência na velocidade e constância dos ventos, devido as rugosidades que geram, servindo como uma barreira para o mesmo, podemos considerar a região sudoeste do estado como uma região favorável conforme a figura 1; observa-se que a região possui vegetação média-baixa e altitudes máximas abaixo de 500 metros.

Figura 1 Rugosidade do Estado do Rio Grande do Sul.

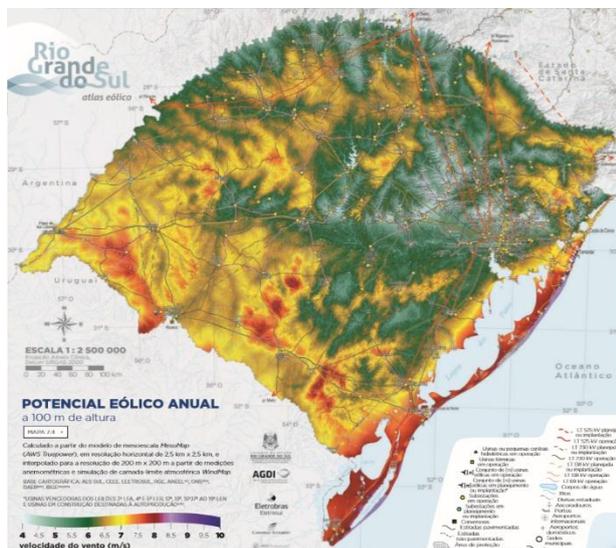


Fonte: Atlas eólico RS 2014.

Podemos verificar através da Figura 1 a velocidade média dos ventos no Estado para altitudes de 100 m, enquanto que a velocidade média dos ventos na

região sudoeste é predominantemente superior a 7 m/s o que torna a mesma com maior potencial de geração de energia eólica.

Figura 2 Velocidade média dos ventos no Rio Grande do Sul.



Fonte: Atlas eólico RS 2014.

O Brasil produzia em 2013 1,6% do arroz mundial, sendo os 5 municípios com maior produção Uruguaiana, Itaqui, Santa Vitória do Palmar, Alegrete, Dom Pedrito, todos pertencentes ao Estado do Rio Grande do Sul e 4 deles na região sudoeste do Estado. A tabela 1 apresenta os municípios com relação a sua produtividade de arroz nacional e seu potencial eólico.

Tabela 1: Tabela dos 5 maiores municípios produtores de arroz no Brasil em função do seu potencial eólico.

Municípios	Produção de arroz (%)	Potencial Eólico (GW)
Uruguaiana	6,10	7,24
Itaqui	4,80	0,08
Santa Vitória do Palmar	4,70	9,99
Alegrete	4,00	7,05
Dom Pedrito	3,34	4,62
Total	22,94	28,98

Com base na tabela podemos perceber que a região sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul é muito importante para a produção de arroz nacional, e seu potencial eólico é significativamente alto, podendo ser utilizado em comunhão para

diminuir os custos de produção, tornando os empreendimentos orizícolas sustentáveis e consequentemente nas dimensões econômica e ambiental.

Segundo IRGA, (2017), nos últimos anos a rizicultura vem passando por uma crise, onde a média do custo de produção do estado tem se mostrado inferior ao valor de mercado, ou seja, está se gastando mais para produzir do que as receitas obtidas. Enquanto para se produzir uma saca de arroz se gasta R\$ 45,28 a mesma vale R\$ 36,13 para venda

Uma forma de reduzir o custo de produção seria alugar o espaço da propriedade para a geração de energia eólica, onde o Orizicultor proprietário de terras não teria que se preocupar com o custo de instalação dos aerogeradores, tornando a mesma uma segunda fonte de renda. Considerando-se que o resultado obtido por hectare de arroz em um ano é de R\$ 1372,50 negativos, para uma média de 150 sacas/ha (IRGA, 2017), ou seja, por mês o rizicultor tem um resultado de R\$ 114,37 negativos, alugar o espaço da propriedade de cerca de um hectare para a implantação de turbinas eólicas rende ao mesmo um valor de R\$1000,00 por mês (GIBSON; CARVALHO, 2015). Para alugar suas terras para empreendimentos eólicos o custo de instalação dos mesmos é zero, ou seja, ao alugar suas terras, os Orizicultores terão uma renda sem nenhuma preocupação em cultivar arroz com risco inerente à produção; salienta-se que a manutenção dos aero geradores cabe os investidores, não sendo responsabilidade dos proprietários da terra; além disso, na área arrendada ainda pode-se realizar atividades agrícolas em volta dos aerogeradores.

Nos Estados Unidos existem fazendeiros que recebem mais alugando suas propriedades para construção de parques eólicos do que plantando em suas terras (SOUZA et al., 2016). No caso brasileiro, poderiam alugar e cultivar em suas terras, tendo em vista que uma atividade não impede a outra; assim, além de receber aluguel por suas terras, poderiam utilizar a energia eólica gerada para baixar os custos de produção agrícola, contanto que fizessem um contrato com as devidas precauções.

Caso o proprietário de terras tenha condições de investimento, o custo de implantação de parques eólicos com uma capacidade de 30 MW é estimado em 4.200.000 R\$/MW, com um período de implantação de 2 anos. O investidor terá o retorno do investimento em 8 anos. Tomando por base que a vida útil dos aerogeradores é de cerca de 20 anos, o investidor terá um período de 12 anos onde praticamente só terá lucro, considerando que o mesmo não tem um custo variável

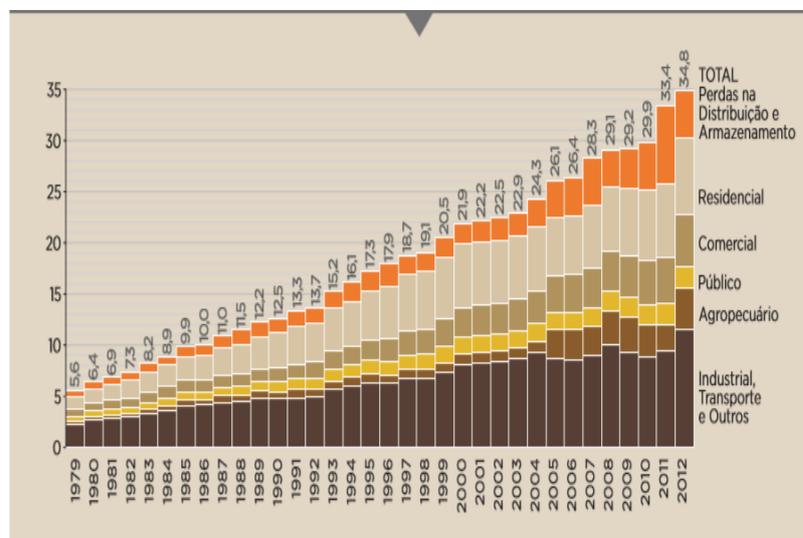
para produção, apenas um custo fixo anual de 84.000 R\$/MW (RIBEIRO; CORRÊA; RODRIGUES, 2017).

Para incentivar a implantação de centrais eólicas, existem programas para baratear os custos, além de que bancos, como o BNDES, possuem créditos especiais para a implantação de fontes de energia renováveis; estas linhas de crédito cobrem até 80% do valor do financiamento com prazo de até 17 anos (RIBEIRO; CORRÊA; RODRIGUES, 2017).

Para a implantação de parque eólicos existem pré-requisitos que devem ser analisados, dentre as quais se encontram Velocidade e constância do vento, topografia, linhas de transmissão, rotas de imigração de aves e finalidade da energia gerada (FARRET, 2010).

Na figura 3 podemos perceber que o consumo de energia para agropecuária aumentou nas últimas décadas no Estado do Rio Grande do Sul; em decorrência disso pode-se utilizar aero geradores para suprir a demanda na agricultura e ainda ser comercializada para o restante do país.

Figura 3 Distribuição da energia elétrica no Estado do Rio Grande do Sul TWh.



Fonte: Atlas eólico RS 2014.

Pode-se perceber que o consumo de energia elétrica no campo cresceu significativamente. Entre os anos de 2011 e 2012 o consumo de energia elétrica por atividades de agropecuária praticamente dobrou.

Na rizicultura a energia elétrica é responsável por 10% dos custos de produção da lavoura de arroz, portanto, se o custo médio de um ha de arroz é de R\$ 6816,69,

pode-se considerar que o gasto com energia elétrica é de R\$ 681,66. Observa-se que no custo total de uma lavoura pode ser considerada uma economia significativa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como a energia eólica é uma fonte de energia recente no cenário brasileiro e considerando que no início o governo não investiu no desenvolvimento de tecnologia no setor, voltando-se para a importação de equipamentos e mão de obra, apesar dos estudos e pesquisas acerca da viabilidade, ainda é uma fonte de energia cara se comparado a outras fontes.

Pode-se perceber que a região estudada possui um elevado potencial eólico inexplorado, tomando por base que o Brasil consome atualmente 167.85 GW e somente a região sudoeste do estado pode produzir 43,2 GW, ou seja, apenas o Rio Grande do Sul poderia suprir 25,73% da demanda nacional.

Apesar do grande potencial sabemos que a energia eólica não pode ser usada como principal matriz energética, pois assim como a hidrelétrica depende da incidência de chuvas, a energia eólica depende da ação dos ventos, que por serem grandezas naturais variáveis, apresentam picos de produção e também momentos de improdutividade. Contudo, se utilizada em comunhão com outras fontes renováveis como solar e hidrelétrica, poderiam reduzir o uso das fontes não renováveis.

Com base nos dados analisados, verifica-se que embora o investimento para implantação de parques eólicos seja elevado, torna-se viável, tendo em vista que após a implantação pode-se utilizar a energia dos mesmos nas demais atividades agrícolas, tornando sustentável o empreendimento. Deste modo, ter-se-ia uma redução nos custos de produção, e conseqüentemente, aumentariam os lucros.

Verificou-se também que os parques eólicos podem render aos proprietários de terra lucros maiores do que a própria lavoura na mesma área ocupada, além de poder ser utilizados em comunhão com outra atividade agrícola; deve-se considerar que apesar da área total de implantação dos parques ser extensa, tomando por base que se utiliza apenas 5% do espaço, tornando possível a realização de uma outra atividade agrícola entre as torres eólicas.

Apesar da impossibilidade do cultivo de arroz, em razão da inviabilidade da utilização de aviões para a pulverização das lavouras, o que seria necessário em caso de grandes áreas, também seria um óbice as curvas de níveis, já que a entrada de equipamentos pesados poderia danificá-las, tendo que utilizar outra cultura entre os aerogeradores.

O consumo de energia elétrica no campo cresceu nos últimos anos, sendo responsável por 10% dos gastos na produção do arroz. Tomando por base que atualmente o cultivo de arroz encontra uma defasagem de 20.21% do valor investido, uma fazenda sustentável que produzir sua própria energia, reduziria os custos e, conseqüentemente, aumentaria os lucros.

Se os agricultores pudessem alugar suas terras, ou simplesmente tivessem condições financeiras de implantar seus parques eólicos, teriam benefícios, já que seriam fontes de rendas complementares e, considerando que em alguns anos a safra pode não ser satisfatória, diminuindo o lucro, os aerogeradores vão compensar essa renda. Da mesma forma, caso um ano haja pouco vento e a plantação seja produtiva a plantação complementa os aerogeradores.

6 REFERÊNCIAS

A.FARRET, Felix. **Aproveitamento de pequenas fontes de energia elétrica**. 2. ed. Santa Maria: Ufsm, 2010. 242 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil) (ANEEL). **Banco de Informações de Geração**: BIG. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm> . Acesso em: 11 junho 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil) (ANEEL). **Banco de Informações de Geração**: BIG. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm> . Acesso em: 11 junho 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil) (ANEEL). **Banco de Informações de Geração**: BIG. Disponível em: [http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-energia_eolica\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-energia_eolica(3).pdf). Acesso em: 11 junho 2018.

AMARANTE, O. A.. et al. **Atlas do potencial eólico brasileiro**. Brasília: MME; Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2001. Disponível em: . Acesso em: 29/05/2018.

ANDRADE, Edward Aguiar de. **O ARRENDAMENTO RURAL EM SEDE DE IVA (BREVES NOTAS EM NOME DE UMA TRIBUTAÇÃO ESQUECIDA)**. 2015. 60 f. Tese (Doutorado) - Curso de Direito, Universidade do Porto Faculdade de Direito, Porto- Portugal, 2015. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/82517/2/113721.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2018.

ANDRADE, Humberto Dionisio de; OLIVEIRA, Antonio Felipe de Freitas; PINTO, Milton de Oliveira. **Panorama do mercado eólico brasileiro- análise de investidores e fabricantes**. Revista Brasileira de Energia, Rio Grande do Norte, v. 20, n. 2, p.103-113, set. 2014. Disponível em: <https://new.sbpe.org.br/artigo/panorama-mercado-eolico-brasileiro-analise-de-investidores-e-fabricantes/>. Acesso em: 10 jun. 2018.

ARRAES, Ronaldo de Albuquerque e. **DÉFICIT DE ENERGIA ELÉTRICA ANTE CENÁRIOS DE CRESCIMENTO ECONÔMICO E O POTENCIAL DE ENERGIA EÓLICA: UM ESTUDO DE CASO**. Revista Brasileira de Energia, Parana, v. 18, n. 1, p.7-34, set. 2012. Disponível em: <https://new.sbpe.org.br/artigo/deficit-de-energia-eletrica-ante-cenarios-de-crescimento-economico-e-o-potencial-de-energia-eolica-um-estudo-de-caso/>. Acesso em: 10 jun. 2018.

ARROZ, Instituto Riograndense do. **CUSTO DE PRODUÇÃO MÉDIO PONDERADO DO ARROZ IRRIGADO DO RIO GRANDE DO SUL**. Porto Alegre: Estado do Rio Grande do Sul, 2017. Disponível em: <http://stirga2018-admin.hml.rs.gov.br/upload/arquivos/201805/18160831-custo-1-20180115091236custo-2017-18.pdf>. Acesso em: 25 maio.

BRASIL, Governo do. **Entenda como funciona o mercado de crédito do carbono.** 2017. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/editoria/meio-ambiente/2012/04/entenda-como-funciona-o-mercado-de-credito-de-carbono>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

BRASIL. Ministério de Minas e Energias. **Brasil é o país com melhor fator de aproveitamento da energia eólica.** Brasília, DF, 2015. Disponível em: http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFullPageURL=%2F&_101_assetEntryId=1831130&_101_type=content&_101_urlTitle=brasil-e-o-pais-com-melhor-fator-de-aproveitamento-da-energia-eolica&redirect=http%3A%2F%2Fwww.mme.gov.br%2Fweb%2Fguest%2Fpagina-inicial%3Fp_p_id%3D3%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dmaximized%26p_p_mode%3Dview%26_3_groupId%3D0%26_3_keywords%3De%25C3%25B3lica%26_3_struts_action%3D%252Fsearch%252Fsearch%26_3_redirect%3D%252F&inheritRedirect=true. Acesso em: 30 maio 2018.

ASSOCIADOS, Camargo Schubert Engenheiros et al. **Atlas eólico- rio grande do sul.** Porto Alegre: Estado do Rio Grande do Sul, 2014.

BORGES NETO, Manuel Rangel; CARVALHO, Paulo. **Geração de energia elétrica.** Sao Paulo: Erica, 2012.

BRASIL. Ministério de Minas e Energias. **Fonte eólica lidera em leilão de energia para 2018.** Brasília, DF, 2015. Disponível em: http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFullPageURL=%2F&_101_assetEntryId=2674988&_101_type=content&_101_urlTitle=fonte-eolica-lidera-em-leilao-de-energia-para-2018&redirect=http%3A%2F%2Fwww.mme.gov.br%2Fweb%2Fguest%2Fpagina-inicial%3Fp_p_id%3D3%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dmaximized%26p_p_mode%3Dview%26_3_groupId%3D0%26_3_keywords%3De%25C3%25B3lica%26_3_struts_action%3D%252Fsearch%252Fsearch%26_3_redirect%3D%252F&inheritRedirect=true. Acesso em: 30 maio 2018.

BRASIL. Ministério de Minas e Energias. **Produção de energia eólica no país bate recorde.** Brasília, DF, 2015. Disponível em: http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFullPageURL=%2F&_101_assetEntryId=2636815&_101_type=content&_101_urlTitle=producao-de-energia-eolica-no-pais-bate-recorde&redirect=http%3A%2F%2Fwww.mme.gov.br%2Fweb%2Fquest%2Fpagina-inicial%3Fp_p_id%3D3%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dmaximized%26p_p_mode%3Dview%26_3_groupId%3D0%26_3_keywords%3De%25C3%25B3lica

[ca%26 3 struts action%3D%252Fsearch%252Fsearch%26 3 redirect%3D%252F&inheritRedirect=true.](#) Acesso em: 30 maio 2018.

BRASIL247. **RS é o maior produtor de arroz do país, aponta IBGE.** 2013. Disponível em: <<https://www.brasil247.com/pt/247/rs247/118839/RS-é-o-maior-produtor-de-arroz-do-país-aponta-IBGE.htm>>. Acesso em: 11 jun. 2018.

COLUSSI, JOANA. **Alta no preço da energia e do diesel consome lucros do arroz no Estado.** ZERO HORA, Rio Grande do Sul, 03 fev. 2015. GAÚCHA, p. SN. Disponível em: <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/noticia/2015/02/alta-no-preco-da-energia-e-do-diesel-consome-lucros-do-arroz-no-estado-cj5vuu6ud0w7sxbj033icp78e.html>>. Acesso em: 28 maio 2018.

COSTA, R. A., CASOTTI, B. P., AZEVEDO, R. L. S. **Um Panorama da Indústria de Bens de Capital Relacionados à Energia Eólica,** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 29, p.229-278, Março de 2009.

DALVI, Giovanni Gueler; OLIVEIRA FILHO, Delly; RODRIGUES, Elida Maria Bezerra. **FEED-IN TARIFF COMO ALTERNATIVA DE INCENTIVO AO DESENVOLVIMENTO DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR FONTES RENOVÁVEIS NO BRASIL.** Revista Brasileira de Energia, Brasil, v. 23, n. 2, p.21-32, maio 2017. Disponível em: <https://new.sbpe.org.br/artigo/feed-in-tariff-como-alternativa-de-incentivo-ao-desenvolvimento-da-geracao-de-energia-eletrica-por-fontes-renovaveis-no-brasil/>. Acesso em: 10 jun. 2018.

Decicino, Ronaldo, **Desenvolvimento sustentável: Como surgiu esse conceito?.** Disponível em:<<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/geografia/desenvolvimento-sustentavel-2-como-surgiu-esse-conceito.htm?>>, acesso em: 09 de abril de 2018.

ENERGIAS Renováveis: breves conceitos. Salvador: Conjuntura e Planejamento, 2006. Disponível em: https://pet-quimica.webnode.com/files/200000109-5ab055bae2/Conceitos_Energias_renov%C3%A1veis.pdf. Acesso em: 02 jun. 2018. 2018.

ELETRICIDADE de fontes solares, eólicas e hídricas. In: HINRISHS, Roger A.; KLEINBACH, Merlin; REIS, Lineu Belico dos. **Energia e meio ambiente.** 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010. cap. 12, p. 445-492. v. 1.

ENERGIAS, Secretaria de Minas. **Brasil chega a 13 GW de capacidade instalada de energia eólica.** 2018. Disponível em: <<http://minasenergia.rs.gov.br/brasil-chega-a-13-gw-de-capacidade-instalada-de-energia-eolica>>. Acesso em: 11 jun. 2018.

ENERGIAS, Secretaria de Minas. **Fatos importantes sobre energia eólica no Brasil e no Rio Grande do Sul.** 2017. Disponível em: <<http://minasenergia.rs.gov.br/fatos-importantes-sobre-energia-eolica-no-brasil-e-no-rio-grande-do-sul>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

fabricantes. Revista Brasileira de Energia, Rio Grande do Norte, v. 20, n. 2, p.103-113, set. 2014. Disponível em: <https://new.sbpe.org.br/artigo/panorama-mercado-eolico-brasileiro-analise-de-investidores-e-fabricantes/>. Acesso em: 10 jun. 2018.

GIBSON, Felipe; CARVALHO, Fred. **O vento me dá dinheiro', diz dono de fazenda com torres de energia eólica.** G1 RIO GRANDE DO NORTE, RIO GRANDE DO NORTE, 11 fev. 2015. G1 RN. Disponível em: <http://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2015/01/o-vento-me-da-dinheiro-diz-dono-de-fazenda-com-torres-de-energia-eolica.html>. Acesso em: 05 maio 2018.

GOMES, Luiz Eduardo Bueno; HENKES, Jairo Afonso. **ANÁLISE DA ENERGIA EÓLICA NO CENÁRIO ELÉTRICO: ASPECTOS GERAIS E INDICADORES DE VIABILIDADE ECONOMICA.** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, [s.l.], v. 3, n. 2, p.463-482, 11 nov. 2014. Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL. <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v3e22014463-482>. Acesso em: 02 jun. 2018.

OLIVEIRA, Wagner Sousa de. **Avaliação e gestão de projectos de energia eólica onshore.** 2010. 176 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Departamento de Economia, Gestao e Engenharia Industrial, Universidade de Aveiro, Aveiro- Portugal, 2010. Disponível em: <<http://ria.ua.pt/handle/10773/5007>>. Acesso em: 2 jun. 2018.

PACHECO, F. Energias Renováveis: breves conceitos. Conjuntura e Planejamento. Salvador, 2006.

PIRES, Eduardo. **IRGA alerta para o uso adequado das estações de bombeamento de água para a lavoura de arroz e o ambiente.** 2009. Disponível em: <<http://www3.irga.rs.gov.br/index.php?principal=1&secao=1&id=1930>>. Acesso em: 11 jun. 2018.

Quím. Nova vol.33 no.1 São Paulo 2010

RIBEIRO, Luiza Bastos. **UM ESTUDO SOBRE ENERGIA EÓLICA NO BRASIL.** 2017. 71 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Eletrica, Universidade Federal de Ouro Preto, Joao Monlevade-mg, 2017. Disponível em: http://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/356/1/MONOGRAFIA_EstudoEnergiaEólica.pdf. Acesso em: 30 maio 2018.

RIBEIRO, Luíza Bastos; CORRÊA, Sávio Figueira; RODRIGUES, Welbert. **UM ESTUDO SOBRE ENERGIA EÓLICA NO BRASIL.** 2017. 71 f. Monografia (Graduação Engenharia Elétrica)- UFOP, Universidade Federal de Ouro Pret, Rio Grande do Sul, 2017. 1. Disponível em: <http://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/356/1/MONOGRAFIA_EstudoEnergiaE%3%B3lica.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2018.

RODRIGUES, Lucas Barbosa. **Avaliação de investimento em geração de energia eólica: uma abordagem utilizando opções reais.** 2013. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pos-graduação em Economa, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/945>. Acesso em: 5 jun. 2018.

RODRIGUES, Lucas Barbosa; PEROBELLI, Fernanda Finotti Cordeiro; VASCONCELOS, Silvinha. **Geração de energia eólica no Brasil: um investimento viável?** Revista Brasileira de Economia de Empresas, Nova Lima- Mg, v. 17, n. 1, p.72-93, fev. 2017.

SACRAMENTO, Anderson Adolfo Osorio do; ZUKOWSKI JUNIOR, Joel Carlos; VALDES, Juan Carlos. Meio ambiente e a utilização de turbinas eolicas. **Revista Brasileira de Energia**, Tocantins, v. 19, n. 1, p.61-75, set. 2013. Disponível em: <<https://new.sbpe.org.br/artigo/meio-ambiente-e-utilizacao-de-turbinas-eolicas/>>. Acesso em: 10 jun. 2018

SOUZA, Gustavo Brandão Haydt de et al. Eólica. In: TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno (Org.). **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. 1. ed. Rio de Janeiro: EPE, 2016. cap. 4, p. 237-309. v. 1. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-172/Energia%20Renov%C3%A1vel%20-%20Online%2016maio2016.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

7 ANEXO A- Tabela do potencial eólico do sudoeste do Rio Grande do Sul

Tabela 1 Tabela dos municípios da mesorregião sudoeste do estado do Rio Grande do Sul em função da sua capacidade eólica instalável

Mesorregião	Microrregião	Municípios	Capacidade instalável (GW)	Produção anual de energia (MWh)
Sudoeste Rio Grande do Sul	Campanha Centra	Sant' Ana do Livramento	7,03	26.476,00
		São Gabriel	2,11	7.760,00
		Rosário do Sul	1,70	6.252,00
		Santa Margarida do Sul	0,72	2.675,00
	Campanha Meridional	Dom Pedrito	4,62	17.264,00
		Lavras do Sul	2,76	10.272,00
		Bagé	1,74	6.485,00
		Hulha Negra	0,60	2.211,00
		Aceguá	0,27	956,00
	Campanha Meridional	Uruguaiana	0,24	27.486,00
		Alegrete	7,05	26.212,00
		Quaraí	4,74	18.282,00
		Barra do Quaraí	1,05	3.805,00
		São Francisco de Assis	0,99	3.675,00
		Manoel Viana	0,41	1.488,00
		Mçambará	0,09	312,00
		Itaqui	0,08	273,00
Total			43,20	161.996,00