

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ANÁLISES DE VIABILIDADE ECONÔMICA NA
PRODUÇÃO DE ARROZ EM SÃO GABRIEL – RS, POR
MEIO DA SIMULAÇÃO MONTE CARLO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Paula Donaduzzi Rigo

Santa Maria, RS, Brasil

2016

**ANÁLISES DE VIABILIDADE ECONÔMICA NA PRODUÇÃO
DE ARROZ EM SÃO GABRIEL – RS, POR MEIO DA
SIMULAÇÃO MONTE CARLO**

POR

Paula Donaduzzi Rigo

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial para obtenção do grau de **Bacharel em Engenharia de Produção**.

Orientador(a): Andreas Dittmar Weise

Santa Maria, RS, Brasil

2016

ANÁLISES DE VIABILIDADE ECONÔMICA NA PRODUÇÃO DE ARROZ EM SÃO GABRIEL – RS, POR MEIO DA SIMULAÇÃO MONTE CARLO

PAULA DONADUZZI RIGO (UFSM)
pauladonaduzzi@gmail.com
ANDREAS DITTMAR WEISE (UFSM)
andreas.weise@ufsm.br

A produção de arroz é muito importante para a economia e para a sociedade e o Rio Grande do Sul é responsável por mais de 70% da produção nacional. Sendo assim, esta pesquisa tem como objetivo identificar qual é o cenário de maior viabilidade econômica na produção de arroz. Através da pesquisa bibliográfica foram desenvolvidos os principais cenários produtivos, e então, realizada a coleta de dados, calculados os VPLs de cada caso e realizada as simulações. O trabalho foi desenvolvido utilizando como base o município de São Gabriel – RS para fins de cálculos de produtividade. Para isso, foi realizada entrevistas com um produtor de arroz da região. Obteve-se como principais resultados que os pequenos agricultores, de 25ha e 50ha possuem maior probabilidade de lucro ao não adquirir os tratores, colheitadeiras e silos. Em contrapartida, a partir de 100ha o cenário onde essa aquisição é realizada é a que apresenta maiores probabilidades de lucro, que ultrapassa os 50%.

Palavras-chave: PRODUÇÃO DE ARROZ; CUSTOS DE PRODUÇÃO DE ARROZ; VALOR PRESENTE LÍQUIDO; CENÁRIOS DE PRODUÇÃO

Rice production is crucial to the economy and society and the Rio Grande do Sul is responsible for over 70% of the national production. Thus, this research aims to identify what is the scenario of greater economic viability in rice production. Through the bibliographic research the production scenarios were developed, and then, a data collection was performed, the VPLs of each case were calculated and performed the simulations. The work was developed using the base of the city of São Gabriel - RS for purposes of productivity calculations. For this, interviews were conducted with a rice producer in the region. Obtained primary results that small farmers, 25ha and 50ha are more likely to profit by not purchasing tractors, combine harvesters and silos. In contrast, from 100ha scenario where this acquisition is performed is that greater chance of profit which exceeds 50%.

Keywords: RICE PRODUCTION; RICE PRODUCTION COSTS; NET PRESENT VALUE; PRODUCTION SCENARIOS

1 INTRODUÇÃO

O arroz é um cereal produzido e consumido em todos os continentes (SOUZA et al., 2016; MA et al., 2016) o que o torna protagonista da alimentação de mais da metade da população mundial, principalmente nos países em desenvolvimento, como o Brasil (WALTER; MARCHEZAN; AVILA, 2008). Em decorrência disso, o Ministério da Agricultura (2016), aponta que o consumo médio anual de arroz, no Brasil, é de 25 quilos por habitante.

Para suprimento dessa demanda, a produção de arroz se mostra importante tanto em âmbito social como econômico. Por conseguinte, em termos de produção da Safra 2015, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2016a) aponta que para o Brasil foi um total de 12.303.130 toneladas colhidas, e o Rio Grande do Sul contribuiu com 8.679.490 toneladas. E em relação a produtividade, a média nacional foi de 5.749 quilogramas por hectare e 7.738 quilogramas por hectare no Rio Grande do Sul (IBGE, 2016b). Logo, o estado do Rio Grande do Sul representou, aproximadamente, 70% da produção total do Brasil.

Por outro lado, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2015) apontou para a projeção de área semeada de arroz no Rio Grande do Sul para os próximos 10 anos a possibilidade de diminuição devido à grande concorrência com a soja. Além disso, para o plano agrícola dos anos de 2013 e 2014, a presidente Dilma anunciou o orçamento de 115 bilhões de reais para investimentos na agricultura empresarial e 18 bilhões para a agricultura familiar (AMANOR; CHICHAVA, 2016). Esses fatores se somados, podem apontar para a diminuição dos pequenos agricultores, que precisam lidar com os altos custos fixos para a produção de arroz.

Em vista disso, o estudo da viabilidade econômica da produção de arroz mostra-se necessária para auxiliar os agricultores na tomada de decisão, principalmente pelo fato de existirem vários cenários para investimento. Ao utilizar a Simulação Monte Carlo para a análise dos diferentes cenários produtivos na produção de arroz, os agricultores estarão munidos de informações para a tomada de decisão fundamentada, o que possibilitará uma otimização de tempo e recursos e conseqüentemente a sobrevivência dos pequenos agricultores.

Com base no que foi apresentado, o objetivo desta pesquisa é identificar qual é o cenário de maior viabilidade econômica na produção de arroz no município de São Gabriel – RS. A pesquisa foi impulsionada por uma série de fatores e questionamentos pois a viabilidade econômica da produção de arroz envolve muitas variáveis, o que tem por

consequência vários possíveis cenários produtivos, como por exemplo: (1) O impacto financeiro da negociação do agricultor com cooperativas; (2) A aquisição de maquinário próprio para preparo, plantação e colheita *versus* alugar um ou mais desses equipamentos quando é necessário, eliminando o alto capital investido; e (3) A quantidade de hectares semeados para que seja alcançada a viabilidade econômica da produção de arroz de um determinado cenário.

O problema de pesquisa justifica-se ao observar o tamanho do cenário produtivo de arroz no Rio Grande do Sul, onde situa, aproximadamente 70% da produção nacional, situa também, uma grande quantidade de produtores que destinam toda a sua propriedade ou parte dela para a produção deste cereal. Soma-se a isso que não foram encontradas publicações nas plataformas CAPES, *Scielo*, *Science Direct*, *Scopus* e *Emerald* que analisam diferentes cenários produtivos de arroz utilizando a simulação Monte Carlo. Essa afirmativa constatou-se através da pesquisa das palavras-chave “Produção de arroz” e “Monte Carlo” em plataformas nacionais e “*rice production*” e “Monte Carlo” em plataformas internacionais, resultando em zero artigos.

O restante deste estudo está organizado conforme descrito a seguir. A segunda seção apresenta o embasamento teórico através do estudo bibliográfico. A terceira seção refere-se a metodologia utilizada para atender ao objetivo. Sequencialmente, a quarta seção exhibe os dados coletados, os cálculos, a simulação Monte Carlo e os respectivos resultados. Por fim, a quinta seção discute as considerações finais, bem como o apontamento de futuras pesquisas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico abordado neste estudo, está dividido em subseções. No primeiro momento, apresenta-se estudos sobre o agronegócio e a cadeia produtiva do arroz no Brasil. Em sequência, são discutidos assuntos dentro da grande área da engenharia econômica, como custos, depreciação, métodos de análise de investimentos e a simulação Monte Carlo.

2.1 Agronegócio e a cadeia produtiva de arroz no Brasil

O agronegócio exerce uma forte influência na economia brasileira, pois o país é um grande exportador de uma variedade de alimentos como: soja, grãos, carne, sucos de frutas e

açúcar (AMANOR; CHICHAVA, 2016). Nesse sentido, o agronegócio apresenta-se fundamental também para a sociedade, pois provoca inclusão social, sustenta famílias no campo e gera empregos (QUEIROZ, 2010). Quanto a cadeia produtiva de arroz, para Zamberlan e Sonaglio (2011), se manifesta como uma das mais importantes para o agronegócio no Brasil já que possui um elevado consumo interno e representa um grande volume da produção de grãos no país.

Desse modo, a cadeia produtiva agroindustrial, de acordo com Santos e Santos (2011), é formada por vários setores conectados através do material, capital e informação, envolvendo: (1) distribuidores de insumos; (2) produtores agrícolas; (3) comércio atacadista e varejista; e (4) os consumidores finais. De forma análoga, a Figura 1 apresenta o fluxograma da cadeia produtiva de arroz através do conceito de “Antes da porteira”, “Dentro da porteira” e “Depois da porteira”, criada por Araujo (2005 apud ZAMBERLAN, WAQUIL E HENKIN, 2012).

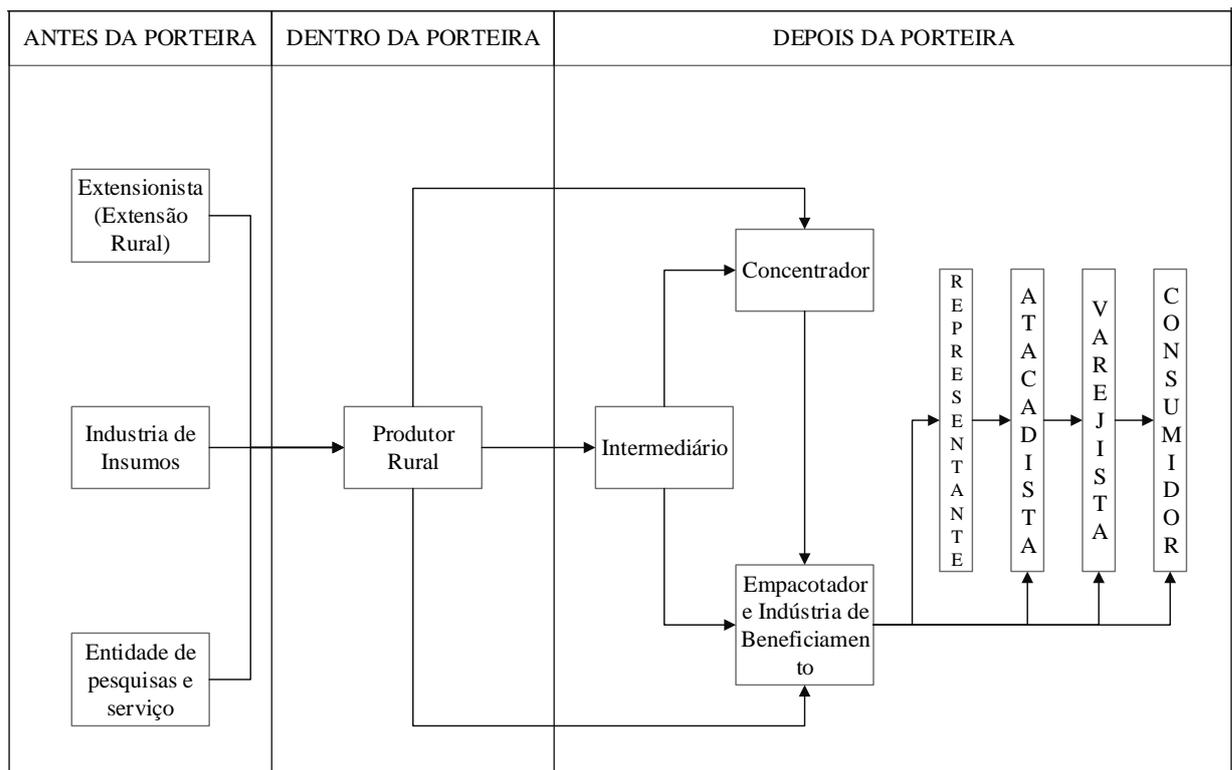


Figura 1 – Fluxograma da cadeia produtiva de arroz
 Fonte: Adaptado de Zamberlan, Waquil e Henkin (2012, p. 263)

A Figura 1 analisada através da visão do Produtor Rural, que situa “Dentro da Porteira”, oferece três diferentes caminhos de negociação de sua produção: com o intermediário, com o concentrador, ou seja, as cooperativas que possuem os silos para

secagem e a armazenagem do arroz, ou com as indústrias de beneficiamento de arroz. Essas alternativas farão parte das estratégias que o agricultor decide assumir, sempre buscando o maior retorno financeiro.

Sendo assim, Miranda et al. (2009) assegura que, além das cooperativas se apresentarem como uma alternativa de crédito para o produtor, elas também exercem, muito presente no Rio Grande do Sul, a função de secagem, armazenagem, beneficiamento e distribuição do arroz. Soma-se a isso, a afirmação dos mesmos autores de que em 2005, apenas 28,4% dos produtores tinham armazenagem própria, considerando que aqueles produtores que possuem o sistema de armazenagem terão melhor autonomia de negociação.

Também “Dentro da porteira” tem-se os tipos de cultivo de arroz e as etapas de cada cultivo que influenciarão na produtividade. Os principais cultivos de arroz irrigado são o convencional, plantio direto, pré-germinado e transplante de mudas (NITZKE; BIEDRZYCKI, 2016).

2.2 Custos

Frente à competitividade, os agricultores buscam reduções constantes nos custos de produção das *commodities*, por englobarem produtos de valores baixos e padronizados mundialmente (VALARINI; KUWAHARA, 2007). Acresce-se a isso, que muitos agricultores declaram que o preço dos produtos, comumente, está abaixo dos custos gerados pela produção (DAL MOLIN et al., 2015). Sendo assim, o agricultor tem a necessidade, para obter notoriedade no mercado competitivo, de apurar, controlar e minimizar os custos e obter uma maior rentabilidade de seu negócio (THOMAZ et al., 2015).

Dessa forma, a contabilidade de custos vem para auxiliar os gestores na classificação e contabilização destes. Em relação a classificação, no que diz respeito à facilidade com que os custos são alocados em termos de produtos e processos, são classificados como diretos ou indiretos (BORNIA, 2010). Da compreensão de Viceconti e Neves (2013a), os custos diretos são facilmente atribuídos a cada um dos vários produtos fabricados por existir uma medida objetiva de capitalização de custo, e se tem como exemplo custos com: Mão de obra direta; matéria-prima; e material de embalagem. Já os custos indiretos, para o mesmo autor, são aqueles que exigem cálculos ou estimativas para ser atribuído a um produto, e tem-se como exemplo: aluguel da fábrica ou propriedade; limpeza; e mão de obra administrativa. Porém, caso a empresa fabrique apenas um produto, todos os custos são classificados como diretos.

Bornia (2010) expõe que, de acordo com a variabilidade, os custos podem ser considerados através do volume de produção em custos fixos e variáveis. Os custos fixos independem do volume de produção, e relacionam-se com a capacidade instalada, já os custos variáveis são relacionados a quantidade de produção, sendo que quanto maior o volume de produção, maiores são os custos variáveis (BRUNI; FAMÁ, 2012). Além disso, é muito frequente que alguns custos constituam uma combinação de fixos e variáveis. Ao analisar os custos sob uma base de volume, pode ser verificado que partes (ou faixas) que se comportam como variáveis e outras que se comportam como fixos, e esses custos são apontados como custos seminaviáveis (LEONE; LEONE, 2010).

Isto posto, levantar e classificar os custos é de extrema importância. Habitualmente os produtores rurais computam somente os seus custos variáveis, sendo que deixam de levantar os custos fixos, de depreciação, de oportunidade, entre outros (DAL MOLIN et al. 2015). Porém, para compreender qual o nível de viabilidade econômica de um projeto é necessário a análise de todos os custos existentes no processo.

2.3 Depreciação

Um importante integrante do fluxo de caixa é o benefício fiscal da depreciação, representando valores positivos e que, no caso de ativos de alto custo, causam grande impacto na análise de substituição destes (ADKINS; PAXSON, 2013). Ademais, escolher um método de depreciação é importante pois afeta o valor de impostos a pagar, sendo que métodos de depreciação acelerada são normalmente mais vantajosos (KULP; HARTMAN, 2011).

Sendo assim, em relação a legislação tributária, as taxas anuais de depreciação são de: (1) 4% para edifícios e construções; (2) 10% para equipamentos, máquinas, móveis e instalações; (3) 20% para semoventes; e (4) 25% para veículos de passageiros ou de carga (VICECONTI; NEVES, 2013b). Porém, podem haver desvios entre a depreciação dos equipamentos analisados em relação a tabelada. Santos, Marion e Segatti (2009) acrescentam que para as máquinas e implementos agrícolas, é possível depreciar um trator em até 4 anos (25% a.a.) ou seguir o padrão estabelecido para países em desenvolvimento, que estabelece 8.000 horas de uso para depreciar tratores de pneus e 9.000 horas de uso para tratores de esteira.

2.4 Engenharia econômica

A engenharia econômica é classificada como uma ciência de decisão (EHRlich; MORAES, 2013). Essa decisão, de onde e como investir, de modo a otimizar os resultados futuros da aplicação, é realizada na engenharia econômica por meio da formulação, estimação e avaliação dos resultados econômicos esperados pelo investidor (BLANK; TARQUIN, 2012). Para isso, o estudo da viabilidade econômica das diferentes alternativas é de grande importância.

Nesse sentido, os autores Casarotto Filho e Kopittke (2010) apontam que a análise de investimentos para a tomada de decisão, na engenharia econômica, pode ser realizada através do: (1) Método do Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE); (2) Método do Valor Presente Líquido (VPL); e (3) Método da Taxa Interna de Retorno (TIR). E se realizados de forma correta, os três métodos irão resultar na mesma decisão.

2.4.1 Valor presente líquido

O valor presente líquido (VPL) é o critério mais importante para estimar o investimento de um projeto e tem por objetivo representar em um único número o valor de um fluxo de caixa (PETKOVIĆ et al., 2016). Com isso, calcular o VPL tem como resultado a apuração do ganho financeiro do projeto em valores atuais, e para isso, é preciso descapitalizar os dados do fluxo de caixa e subtrair-lo do investimento inicial (CAMLOFFSKI, 2014). Na concepção de Petković et al. (2016), o VPL de um fluxo de pagamentos é definido como sendo a soma dos valores descontados dos termos individuais do fluxo de caixa. Para calcular o VPL, os autores Casarotto Filho e Kopittke (2010) e Žižlavský (2014) apontam a Formula 1.

$$VPL = \sum_{t=1}^n \left(\frac{FC_t}{(1+k)^t} \right) - FC_0 \quad (1)$$

Onde: VPL é fluxo de caixa de um investimento, [R\$]; n é número de períodos na linha do tempo, [períodos]; t é o período genérico na linha do tempo, [ano]; k é taxa de custo de capital da empresa, TMA, [% a.a.]; FC_0 é o valor inicial do investimento, [R\$]; e FC_t são os valores futuros das entradas e/ou saídas de caixa a cada data “t”, [R\$].

Para aplicar a Equação 1 é necessário estimar qual a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) do investidor. Sabe-se que qualquer investidor deseja ter como retorno uma quantia maior que a investida, e por isso, a TMA é uma taxa estabelecida pelo investidor como um retorno razoável para o capital investido (BLANK; TARQUIN, 2012).

Diante disso, o cenário do agronegócio demanda de métodos para analisar as possíveis opções de investimentos. E nessa linha de argumentação, os autores Adusumilli, Davis e Fromme (2016), afirmam que o método do VPL é muito utilizado nas decisões sobre investimentos agrícolas, especialmente no que se refere ao primeiro investimento, auxiliando o agricultor a tomar a decisão sobre os possíveis cenários a se investir.

2.4.2 Taxa interna de retorno

De acordo com Camloffski (2014), a Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa de juros que faz com o VPL seja igual a zero, que significa a rentabilidade projetada do investimento em uma porcentagem de acordo com o fluxo de caixa analisado. Em outras palavras, a TIR é a taxa para o qual no final do projeto a soma dos valores acumulados de todas as entradas é equilibrado numericamente pela soma do acumulado de valores de todas as saídas (PERCOCO; BORGONOVO, 2012). A Equação 2, apontada por Siqueira, Souza e Ponciano (2011) expressa o cálculo da TIR.

$$0 = \sum_{t=1}^n \left(\frac{FC_t}{(1+k)^t} \right) - FC_0 \quad (2)$$

Acresce-se a isso, que a TIR é um procedimento prático, mas que exige do analista cuidados na interpretação de seus resultados, que nesse caso, será a comparação com uma taxa de referência adotada pelo investidor (EHRLICH; MORAES, 2013). Dessa maneira, no entender de Casarotto Filho e Kopittke (2010), essa taxa de comparação, será a TMA do investidor. Se a TIR resultar em um valor abaixo da TMA, significa que o investimento renderá menos que do que o mínimo esperado pelo investidor, então, o risco do projeto aumenta quanto mais a TIR se aproxima da TMA (RIBASKI; HOEFLICH; RIBASKI, 2009).

2.4.3 Simulação Monte Carlo

Técnicas de simulação são relevantes ferramentas para prever e minimizar riscos, bem como compreender as incertezas de um projeto (MONTEIRO; SANTOS; WERNER, 2012). No entender de Lin e Chen (2015), a simulação viabiliza a análise de cenários hipotéticos sem que seja necessário executá-los fisicamente, o que seria irrealizável para os investidores. Com isso, a simulação serve de apoio para compreender as transformações que podem ocorrer se alguma variável for alterada (MARTINS, 2013), o que servirá de apoio para a tomada de decisão dos investidores.

De forma análoga, a Simulação Monte Carlo (SMC) oferece ao investidor uma visão das alternativas, fazendo com que este tome conhecimento dos possíveis resultados que as decisões tomadas podem gerar (ROSÁRIO et al., 2015). À vista disso, no que diz respeito a análise de investimentos e de alternativas no agronegócio, a Simulação Monte Carlo foi utilizada nos estudos de Kamali et al. (2016), Vaudelle e L’Huillier (2015) Carvalho et al. (2014), Silveira, Soares e Silva (2013) e Silveira e Rodrigues (2011).

Por conseguinte, Souza et al. (2015) apontam que a SMC possui uma metodologia de avaliação interativa de um modelo determinístico, fazendo uso de números randomizados como entradas. Para Blank e Tarquin (2012), o critério da SMC para a análise na Engenharia Econômica segue 7 passos, descritos do Figura 2.

Nº	Passo	Descrição
1	Formular alternativa(s)	Criar cada uma das alternativas na forma que deve ser considerada pelos métodos de análise da engenharia econômica e escolher a medida de valor sobre a qual basear a decisão final.
2	Parâmetros com variação	Selecionar os parâmetros, em cada alternativa, que devem ser tratados como variáveis aleatórias. Estimar valores para todos os parâmetros restantes.
3	Determinar distribuições de probabilidade	Determinar se as variáveis são discretas ou contínuas e descrever uma distribuição de probabilidade para cada uma delas.
4	Amostragem aleatória	Definir uma amostra de tamanho n para cada variável.
5	Cálculo da medida de valor	Calcular n valores da medida de valor escolhida com base na(s) relação(ões) do Passo 1. Utilizar as estimativas feitas com certeza e os n valores amostrais para os parâmetros variáveis.
6	Descrição da medida de valor	Construir uma distribuição de probabilidade da medida de valor utilizando de 10 a 20 células de dados e calcular medidas como média, desvio padrão e outras probabilidades relevantes.
7	Concluir	Realizar as conclusões de cada alternativa e decidir qual deve ser a escolhida.

Figura 2 – Passos para o critério de Simulação Monte Carlo

Fonte: Adaptado de Blank e Tarquin (2012)

Através do Figura 2, é possível realizar a SMC no âmbito da Engenharia Econômica. Para complementar, se por um lado, no compreender de Sabbag e Costa (2015), a SMC possui vantagens como: (1) os softwares realizam o trabalho de gerar os valores aleatórios; (2) os resultados da simulação são facilmente aceitos pois a legitimidade da teoria de simulação é reconhecida; e (3) é simples fazer modificações no modelo caso necessário, e os novos resultados podem ser comparados com os obtidos anteriormente. Por outro lado, Zago et al. (2006) ressalva que esse método também apresenta desvantagens, como a complexidade matemática que exige, determinar as distribuições de probabilidade corretamente e o próprio desenvolvimento computacional na geração dos números aleatórios.

3 METODOLOGIA

A metodologia é apresentada em 3 subseções. A primeira descreve o cenário onde será realizada a pesquisa. Sequencialmente, a segunda subseção trata dos aspectos metodológicos que norteará o estudo e, por fim, a terceira e última subseção apresenta as etapas necessárias para atingir os objetivos propostos.

3.1 Cenário

Este estudo envolveu o município de São Gabriel – RS. Para coletar informações sobre a produção de arroz da região, foi utilizada uma propriedade do município. A Figura 3 apresenta o mapa do Brasil indicando o Estado do Rio Grande do Sul, e em sua região da campanha central, a cidade de São Gabriel.

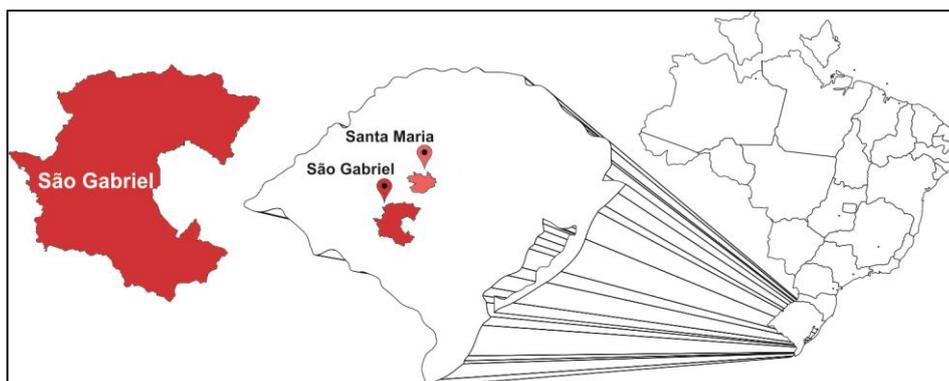


Figura 3 – Mapa do local de aplicação da pesquisa
Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Essa região da Figura 3 apresenta historicamente uma grande produtividade de arroz, e para ratificar isso, os dados das produtividades municipais da Safra 2014/15 apresentadas pelo Instituto Rio Grandense do Arroz – IRGA (2016a) podem ser observadas na Tabela 1. É notado que São Gabriel destina uma grande quantidade de hectares à produção de arroz e que possui uma produtividade média por hectare maior que a do restante do Brasil.

Tabela 1 – Produtividade municipal da Safra 2014/15

Município	Área semeada (ha)	Área perdida (ha)	Área colhida (ha)	Produtividade (kg/ha)	Produção (t)
São Gabriel	33.500	0	33.500	8.015	268.500

Fonte: Instituto Rio Grandense do Arroz (2016)

Os dados da Tabela 1 ao serem comparados com a produtividade média nacional apresentada pela Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2016), que foi de 5.419 kg/ha na Safra de 2014/15, demonstram que as regiões possuem solo e clima favoráveis para a rizicultura. Porém, um fator importante influenciou no cenário produtivo de arroz para as regiões estudadas na Safra de 2015/16, e conseqüentemente, na viabilidade econômica, é o fenômeno *El Niño*. Pois através do relatório produtividade da Safra 2015/16 apresentada pelo Instituto Rio Grandense do Arroz – IRGA (2016b), nota-se a uma redução de produtividade, pois em São Gabriel a produtividade foi de 7.129 kg/ha. Por causa dessa intempérie, os cálculos deste estudo foram realizados a partir da produtividade da Safra 2014/15.

A propriedade onde foi realizada a coleta de dados situa nesta região. É classificada como um grande agricultor, por possuir 900 hectares destinados somente a produção de arroz. Este possui todos os tratores, colheitadeiras, veículos, equipamentos e silos para realizar, respectivamente, a plantação, colheita, transporte interno, manutenção da propriedade, armazenagem e secagem do arroz colhido.

3.2 Método de pesquisa

O presente estudo classifica-se quanto a natureza como aplicado e denota uma abordagem quantitativa. A pesquisa de natureza aplicada busca compreender problemas elencados no cenário de vivência do pesquisador, e fornecem informações que acrescentam conhecimento científico à sociedade (GIL, 2010). No contexto da abordagem, esta tem como característica empregar a quantificação, ou seja, fazer com que tudo seja mensurado

numericamente, desde a coleta das informações até a sua análise final (MATIAS-PEREIRA, 2012).

No que tangem os objetivos, esta pesquisa enquadra-se como descritiva, que tem por finalidade descrever ou traçar informações sobre um assunto em particular (Klein et al, 2015). Além disso, Gil (2010) complementa que a pesquisa descritiva também pode ter como objetivo avaliar possíveis relações entre variáveis. Esta classificação aplica-se a este estudo devido a descrição dos cenários de diferentes custos e retornos, o qual serão analisadas as variáveis recorrentes e suas relações.

Por conseguinte, a maneira através da qual a pesquisa é realizada, no que se refere aos procedimentos, qualifica-se, primeiramente, como uma pesquisa bibliográfica e posteriormente, uma modelagem e simulação de dados. Na pesquisa bibliográfica são utilizados tantos dados primários quanto dados secundários, pois toda pesquisa necessita de um levantamento sob várias fontes. Complementarmente, na concepção de Marconi e Lakatos (2010), a pesquisa bibliográfica busca reunir todo o conhecimento de obras já publicadas sobre determinado assunto e esse é visto em livros, revistas científicas, anais de trabalhos científicos, imprensa crítica, entre outros.

Já o procedimento de modelagem e simulação ocorrerá através da Simulação Monte Carlo. Essa simulação surgiu durante a Segunda Guerra Mundial e objetiva analisar e resolver problemas fazendo uso de números aleatórios e probabilidades (MARTINS; MELLO; TURRIONI, 2014). Os mesmos autores afirmam que presentemente, através dos melhores softwares de simulação, é necessário e possível dar maior ênfase à sistemática de análise dos resultados do que a programação e *depuração*, o que torna viável a utilização desse procedimento. De encontro a isso, para esse estudo, foi utilizado o *Software Oracle Crystal Ball* Versão 11.1.2.3.500 que é baseado em planilha para modelagem, simulação e otimização.

3.3 Etapas da pesquisa

As etapas para a realização deste estudo são aliadas aos procedimentos elencados na seção anterior, ou seja, essas etapas englobaram a revisão de literatura, a coleta de dados e a respectiva análise. As etapas podem ser melhor visualizadas na Figura 4.

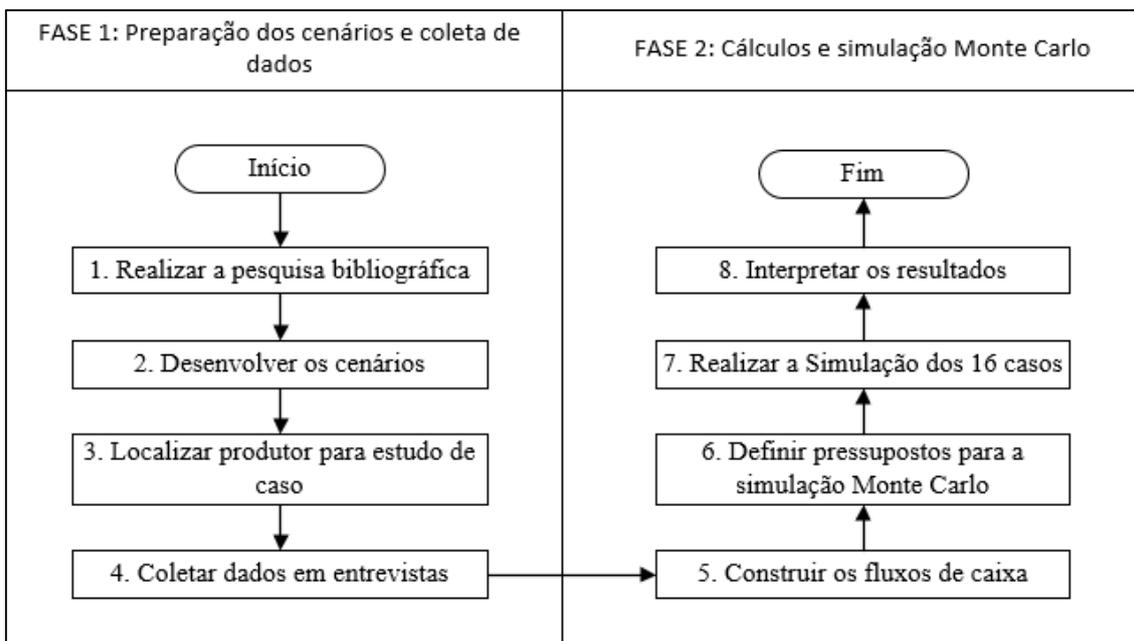


Figura 4 – Fluxograma da pesquisa
 Fonte: Elaborado pela autora (2016)

A pesquisa encontra-se dividida em duas fases (Figura 4) descritas a seguir. A primeira fase refere-se à preparação dos cenários, onde foi realizada a pesquisa bibliográfica, que possui o objetivo de compreender os estudos já realizados neste tema, e identificar quais as lacunas a ser estudadas. Neste sentido, foi possível construir 2 cenários de estudo de viabilidade econômica: Cenário 1: Agricultores que adquirem todos os tratores, colheitadeiras, veículos, equipamentos e silos; Cenário 2: Agricultores que não adquirem os tratores, colheitadeiras, alguns equipamentos e silos. Para isso, estes devem alugar os tratores, as colheitadeiras e negociar sua produção com as cooperativas da região. E foi determinado que cada cenário iria variar de 25ha até 1000ha, para englobar pequenos e grandes agricultores, totalizando 16 casos. A partir dos cenários formulados, foi possível realizar entrevistas ao agricultor selecionado como estudo de caso.

A fase 2 refere-se a todos os cálculos e a simulação Monte Carlo. Sendo assim, primeiramente, foram construídos os componentes de custos variáveis de cada cenário, seguido dos custos fixos para cada cenário combinadas a cada caso de quantidade de hectares. Logo, foi realizado todos os fluxos de caixa e calculados os VPLs e TIR de cada caso. Após isso, foram construídos os pressupostos das variáveis da simulação, bem como suas respectivas distribuições de probabilidade. Para término da fase 2, foi realizada a simulação Monte Carlo com apoio do *Software Oracle Crystal Ball*, selecionados os resultados gráficos e interpretados os resultados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em consonância com o objetivo, esta seção apresenta os resultados obtidos na pesquisa em três subseções. A primeira exhibe a construção dos cenários a serem simulados, com seus respectivos custos variáveis e fixos e a discussão sobre as principais diferenças entre estes cenários. Sequencialmente, a segunda subseção apresenta a construção dos fluxos de caixa, exibindo como exemplo o estudo de caso. A terceira e última subseção refere-se à simulação Monte Carlo dos cenários construídos e a interpretação dos resultados.

4.1 Construção dos cenários

A capacidade de adquirir máquinas e implementos agrícolas sem comprometer grande parte da renda não é comumente presente nos agricultores do Rio Grande do Sul. Para isso, existem alternativas de reduzir o capital inicial investido e ainda assim produzir a Safra. Para este caso, o agricultor deve alugar os tratores para todas as etapas de plantio, alugar colheitadeiras para o período de colheita e negociar o arroz colhido com as cooperativas da região, a fim de secar e armazenar o produto.

Por outro lado, com alto capital inicial investido, tem-se o agricultor que adquire os tratores necessários, a colheitadeira e, além disso, compra seu próprio silo para secagem e armazenagem, tendo então, o poder de negociação do seu produto no período mais desejável para venda. Estes dois cenários são os principais tratados neste estudo. Soma-se a isso, que a quantidade de hectares de cada agricultor varia desde os agricultores familiares, até os grandes agricultores, como visualiza-se na Figura 5.

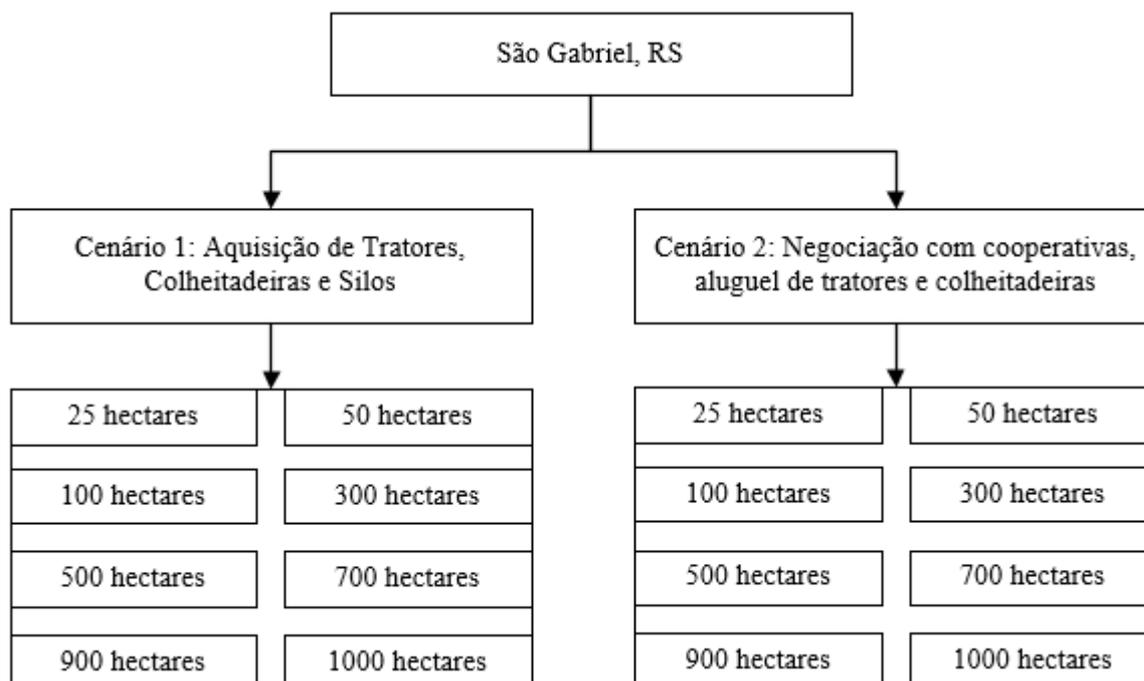


Figura 5 - Cenários estudados
 Fonte: Elaborado pela autora (2016)

As quantidades de hectares escolhidos para a simulação, apresentados na Figura 5, englobam tanto agricultores familiares quanto os grandes agricultores. Sabe-se que até uma quantidade de 300 hectares plantados, o agricultor não tem a necessidade de um administrador do negócio, e por isso, foi selecionado quatro valores de quantidade de hectares antes de possuir administrador e quatro valores de quantidades de hectares que tem a necessidade de possuir administrador.

Para seguimento da construção dos cenários foi necessário coletar os custos variáveis por hectare, e é neste momento que é inserida a cidade de São Gabriel como estudo de caso. Com isso, foi selecionado para coleta de dados uma propriedade rural da cidade com 900 hectares de produção de arroz. Através da entrevista realizada com o proprietário, foram coletados os dados apresentados referentes aos produtos, frete, secagem e aluguel de tratores, colheitadeiras e equipamentos, disposto na Tabela 2.

Tabela 2 – Custos variáveis de produção

Itens de custo	Custos (por hectare)	
	Cenário 1	Cenário 2
1. Combustível	R\$ 351,03	R\$ 71,25
2. Energia Elétrica irrigação	R\$ 257,52	R\$ 257,52
3. Produtos		
3.1 - Produtos para dessecação do solo	R\$ 196,00	R\$ 196,00
3.2 - Sementes	R\$ 200,00	R\$ 200,00
3.3 - Defensivo agrícola	R\$ 61,00	R\$ 61,00
3.4 - Adubo (base a cobertura)	R\$ 490,00	R\$ 490,00
3.5 - Produtos para controle de plantas daninhas	R\$ 340,00	R\$ 340,00
3.6 - Produtos para controle de pragas e doenças	R\$ 140,00	R\$ 140,00
4. Aviação	R\$ 208,63	R\$ 208,63
5. Frete		
5.1 Frete dos produtos comprados	R\$ 34,57	R\$ 34,57
5.2 Frete do arroz colhido	R\$ 00,00	R\$ 288,10
6. Transportes internos	R\$ 47,12	R\$ 47,12
7. Administrador	R\$ 60,97	R\$ 60,97
8. Taxas (CDO, FUNRURAL, LICENCIAMENTO)	R\$ 231,62	R\$ 231,62
9. Secagem	R\$ 207,82	R\$ 429,82
10. Salários	R\$ 455,93	R\$ 455,93
11. Reformas e manutenções	R\$ 548,51	R\$ 548,51
12. Aluguel de tratores e equipamentos	R\$ 00,00	R\$ 1.868,48
Total de custos variáveis	R\$ 3.830,62	R\$ 5.929,41

Fonte: dados da pesquisa (2016) e IRGA (2016c)

Ao observar a Tabela 2, nota-se os custos relativos à combustível, irrigação, aviação, transportes internos, administrador, taxas, salários e manutenção foram introduzidos. Custos estes difíceis de mensurar, e de coletar com os agricultores. Para isso, como forma de complementar o fluxo de caixa, foi determinado que alguns custos seriam contabilizados através dos custos apresentados pelo IRGA em seu relatório de Custos de Produção de Arroz (IRGA, 2016c).

Entre os cenários 1 e 2 existem grandes diferenças, já que ao não investir em maquinário e silos, os custos variáveis são mais altos. O custo com combustível é menor no Cenário 2, porque o valor gasto com combustível para o trator e colheitadeira estão inclusos no aluguel dos mesmos. O custo com frete do arroz colhido é inexistente no Cenário 1 pois, quando o agricultor possui silos e vende seu arroz, é o comprador quem paga o frete, já quando se negocia com cooperativas, o valor do frete é pago pelo agricultor (Cenário 2).

O custo com secagem é calculado através do preço médio do arroz do último ano, sendo de 3% para o agricultor do Cenário 1 e 7% para o agricultor do Cenário 2. E por fim, o custo de aluguel de tratores é de 2 sacos por hectare incluindo combustível (utiliza-se nas 6 etapas) e da colheitadeira de 12% da colheita, somado ao combustível, que é de em média 25litros/hectare e o custo do litro de R\$ 2,83 (Cenário 2). Vale ressaltar que o custo com administrador só é presente para 300 hectares em diante em ambos cenários.

Sequencialmente, foi necessário estipular os custos fixos, e estes variam em itens entre os dois grandes cenários e em número entre os valores de quantidades de hectares. A Tabela 3 apresenta os equipamentos necessários para a produção de 100 hectares, dados informados pelo IRGA (2016c).

Tabela 3 – Investimento em maquinário, equipamentos e veículos

Itens de compra	Valor de compra	
	Cenário 1	Cenário 2
Trator 80-100 CV	R\$ 127.500,00	R\$ 00,00
Trator 120 CV	R\$ 173.750,00	R\$ 00,00
Colheitadeira	R\$ 563.000,00	R\$ 00,00
Veículo	R\$ 43.975,00	R\$ 43.975,00
Equipamentos	R\$ 90.200,00	R\$ 12.000,00
Total	R\$ 998.425,00	R\$ 55.975,00

Fonte: adaptado de IRGA (2016c)

Devido à dificuldade de estabelecer o real dimensionamento de máquinas, foi utilizado os dados da Tabela 3, que contemplam a quantidade de máquinas utilizadas para a produção de 100 hectares e foi multiplicada essa quantidade de acordo com o incremento de hectares. Apenas para 25 e 50 hectares que foi utilizada uma colheitadeira de menor valor, de R\$ 350.00,00. Além desses custos, para o Cenário 1 também é necessário incluir o investimento em silos, apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Investimento em silos

Quantidade de hectares (ha)	Produção (Sacos de 50Kg)	Valor de compra
25	4.007,5	R\$ 80.000,00
50	8.015	R\$ 110.000,00
100	16.030	R\$ 110.000,00
300	48.090	R\$ 300.000,00
500	80.150	R\$ 440.000,00
700	112.210	R\$ 550.000,00
900	144.270	R\$ 770.000,00
1000	160.300	R\$ 880.000,00

Fonte: dados da pesquisa (2016)

De acordo com os dados coletados na propriedade de São Gabriel, percebe-se que o valor dos silos tem uma alta variação, para tanto, foi escolhido para base de cálculo um silo para 5.000 sacos de arroz no valor de R\$ 80.000,00 e um silo de 22.000 sacos de R\$ 110.000,00 e foram multiplicadas as quantidades necessárias de acordo com a produção do cenário (Tabela 4).

4.2 Construção dos fluxos de caixa

Ainda como princípio para a simulação Monte Carlo, é necessário elaborar os fluxos de caixa de cada cenário. Nesse sentido, foram construídos 16 fluxos de caixa, considerando que a vida econômica cursasse 10 anos, que é o período que leva para depreciar todos os equipamentos. O imposto de renda utilizado foi o mais simples, de 7,5%. A Taxa mínima de atratividade considerada nos cálculos foi baseada na taxa básica de juros da economia brasileira, a taxa Selic, que teve como média do mês de setembro de 2016 o valor de 14,15% (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2016), e o risco considerado foi de 2%, totalizando uma TMA de 16,15%.

O benefício fiscal da depreciação de veículos e equipamentos foi utilizado para reduzir o valor do imposto de renda, subtraindo do lucro bruto. Para isso, foi empregada a depreciação de 25% para os tratores, colheitadeiras e veículos e de 10% para os equipamentos e silos. Percebe-se que nem todos os investimentos foram realizados no tempo zero. Isso acontece porque para plantar a safra são necessários apenas os tratores, veículos e equipamentos anexos aos tratores. Sendo assim, os silos e as colheitadeiras só são adquiridos na entrada do primeiro ano.

Como a vida econômica considerada foi de 10 anos, não é necessário semear e colher no décimo ano, sendo eliminado todos os custos variáveis, o que torna a receita deste ano muito mais alta, auxiliando na viabilização do projeto. A Figura 6 apresenta o fluxo de caixa referente ao agricultor que forneceu os dados. Este enquadra-se no Cenário 1 e possui uma plantação de arroz de 900 hectares em São Gabriel. A análise de viabilidade econômica através do VPL foi positiva, com valor de R\$ 1.280.612,37 e a TIR, com 19%, superou a TMA de 16,15%. Também é relevante que o fluxo de caixa acumulado torna-se positivo do período 4 para o período 5, resultando este período como o tempo de retorno de investimento.

Tempo (ano)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I. Custos Variáveis											
1. Combustível	R\$ 315.927,00	R\$ 315.927,00	R\$ 315.927,00	R\$ 315.927,00	R\$ 315.927,00	R\$ 315.927,00	R\$ 315.927,00	R\$ 315.927,00	R\$ 315.927,00	R\$ 315.927,00	R\$ -
2. Energia elétrica irrigação	R\$ 231.768,00	R\$ 231.768,00	R\$ 231.768,00	R\$ 231.768,00	R\$ 231.768,00	R\$ 231.768,00	R\$ 231.768,00	R\$ 231.768,00	R\$ 231.768,00	R\$ 231.768,00	R\$ -
3. Produtos											
3.1 - Dessecação do solo	R\$ 176.400,00	R\$ 176.400,00	R\$ 176.400,00	R\$ 176.400,00	R\$ 176.400,00	R\$ 176.400,00	R\$ 176.400,00	R\$ 176.400,00	R\$ 176.400,00	R\$ 176.400,00	R\$ -
3.2 - Sementes	R\$ 180.000,00	R\$ 180.000,00	R\$ 180.000,00	R\$ 180.000,00	R\$ 180.000,00	R\$ 180.000,00	R\$ 180.000,00	R\$ 180.000,00	R\$ 180.000,00	R\$ 180.000,00	R\$ -
3.3 - Defensivo agrícola	R\$ 54.900,00	R\$ 54.900,00	R\$ 54.900,00	R\$ 54.900,00	R\$ 54.900,00	R\$ 54.900,00	R\$ 54.900,00	R\$ 54.900,00	R\$ 54.900,00	R\$ 54.900,00	R\$ -
3.4 - Adubo	R\$ 441.000,00	R\$ 441.000,00	R\$ 441.000,00	R\$ 441.000,00	R\$ 441.000,00	R\$ 441.000,00	R\$ 441.000,00	R\$ 441.000,00	R\$ 441.000,00	R\$ 441.000,00	R\$ -
3.5 - Controle de plantas daninhas	R\$ 306.000,00	R\$ 306.000,00	R\$ 306.000,00	R\$ 306.000,00	R\$ 306.000,00	R\$ 306.000,00	R\$ 306.000,00	R\$ 306.000,00	R\$ 306.000,00	R\$ 306.000,00	R\$ -
3.6 - Controle de pragas e doenças	R\$ 126.000,00	R\$ 126.000,00	R\$ 126.000,00	R\$ 126.000,00	R\$ 126.000,00	R\$ 126.000,00	R\$ 126.000,00	R\$ 126.000,00	R\$ 126.000,00	R\$ 126.000,00	R\$ -
4. Aviação	R\$ 187.767,00	R\$ 187.767,00	R\$ 187.767,00	R\$ 187.767,00	R\$ 187.767,00	R\$ 187.767,00	R\$ 187.767,00	R\$ 187.767,00	R\$ 187.767,00	R\$ 187.767,00	R\$ -
5. Frete											
5.1 Frete dos produtos comprados	R\$ 31.113,00	R\$ 31.113,00	R\$ 31.113,00	R\$ 31.113,00	R\$ 31.113,00	R\$ 31.113,00	R\$ 31.113,00	R\$ 31.113,00	R\$ 31.113,00	R\$ 31.113,00	R\$ -
5.2 Frete do arroz colhido	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
6. Transportes internos	R\$ 42.408,00	R\$ 42.408,00	R\$ 42.408,00	R\$ 42.408,00	R\$ 42.408,00	R\$ 42.408,00	R\$ 42.408,00	R\$ 42.408,00	R\$ 42.408,00	R\$ 42.408,00	R\$ -
7. Administrador	R\$ 54.873,00	R\$ 54.873,00	R\$ 54.873,00	R\$ 54.873,00	R\$ 54.873,00	R\$ 54.873,00	R\$ 54.873,00	R\$ 54.873,00	R\$ 54.873,00	R\$ 54.873,00	R\$ -
8. Taxas	R\$ 208.458,00	R\$ 208.458,00	R\$ 208.458,00	R\$ 208.458,00	R\$ 208.458,00	R\$ 208.458,00	R\$ 208.458,00	R\$ 208.458,00	R\$ 208.458,00	R\$ 208.458,00	R\$ -
9. Secagem	R\$ 187.042,05	R\$ 187.042,05	R\$ 187.042,05	R\$ 187.042,05	R\$ 187.042,05	R\$ 187.042,05	R\$ 187.042,05	R\$ 187.042,05	R\$ 187.042,05	R\$ 187.042,05	R\$ -
10. Salários	R\$ 410.337,00	R\$ 410.337,00	R\$ 410.337,00	R\$ 410.337,00	R\$ 410.337,00	R\$ 410.337,00	R\$ 410.337,00	R\$ 410.337,00	R\$ 410.337,00	R\$ 410.337,00	R\$ -
11. Reformas e manutenções	R\$ 493.569,00	R\$ 493.569,00	R\$ 493.569,00	R\$ 493.569,00	R\$ 493.569,00	R\$ 493.569,00	R\$ 493.569,00	R\$ 493.569,00	R\$ 493.569,00	R\$ 493.569,00	R\$ -
12. Aluguel: tratores e coheitadeiras	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Total de custos variáveis	R\$ 3.447.562,05	R\$ 3.447.562,05	R\$ 3.447.562,05	R\$ 3.447.562,05	R\$ 3.447.562,05	R\$ 3.447.562,05	R\$ 3.447.562,05	R\$ 3.447.562,05	R\$ 3.447.562,05	R\$ 3.447.562,05	R\$ -
II. Custos Fixos											
1.1 - Trator 80-100 cv	R\$ 1.147.500,00	R\$ -									
1.2 - Trator 120 cv	R\$ 1.563.750,00	R\$ -									
1.3 - Colheitadeira	R\$ -	R\$ 5.067.000,00									
1.4 Veículos	R\$ 395.775,00	R\$ -									
1.5 Equipamentos	R\$ 811.800,00	R\$ -									
1.6 Silos	R\$ -	R\$ 770.000,00									
Total de custos fixos	R\$ 3.918.825,00	R\$ 5.837.000,00									
III - Receitas											
Venda		R\$ 6.234.735,05	R\$ 6.234.735,05	R\$ 6.234.735,05	R\$ 6.234.735,05	R\$ 6.234.735,05	R\$ 6.234.735,05	R\$ 6.234.735,05	R\$ 6.234.735,05	R\$ 6.234.735,05	R\$ 6.234.735,05
Total receitas		R\$ 6.234.735,05	R\$ 6.234.735,05	R\$ 6.234.735,05	R\$ 6.234.735,05	R\$ 6.234.735,05	R\$ 6.234.735,05	R\$ 6.234.735,05	R\$ 6.234.735,05	R\$ 6.234.735,05	R\$ 6.234.735,05
(=) Lucro bruto	-R\$ 7.366.387,05	-R\$ 3.049.827,00	R\$ 2.787.173,00	R\$ 6.234.735,05							
(-) Depreciação		R\$ 857.936,25	R\$ 2.201.686,25	R\$ 2.201.686,25	R\$ 2.201.686,25	R\$ 1.424.930,00	R\$ 158.180,00				
(=) Lucro antes do IR	-R\$ 7.366.387,05	-R\$ 3.907.763,25	R\$ 585.486,75	R\$ 585.486,75	R\$ 585.486,75	R\$ 1.362.243,00	R\$ 2.628.993,00	R\$ 2.628.993,00	R\$ 2.628.993,00	R\$ 2.628.993,00	R\$ 6.076.555,05
(-) Imposto de Renda (7,5%)	R\$ -	R\$ -	R\$ 43.911,51	R\$ 43.911,51	R\$ 43.911,51	R\$ 102.168,22	R\$ 197.174,47	R\$ 197.174,47	R\$ 197.174,47	R\$ 197.174,47	R\$ 455.741,63
(=) Lucro líquido	-R\$ 7.366.387,05	-R\$ 3.049.827,00	R\$ 2.743.261,49	R\$ 2.743.261,49	R\$ 2.743.261,49	R\$ 2.685.004,77	R\$ 2.589.998,52	R\$ 2.589.998,52	R\$ 2.589.998,52	R\$ 2.589.998,52	R\$ 5.778.993,42
(=) Fluxo de caixa acumulado	-R\$ 7.366.387,05	-R\$ 10.416.214,05	-R\$ 7.672.952,56	-R\$ 4.929.691,07	-R\$ 2.186.429,58	R\$ 498.575,20	R\$ 3.088.573,72	R\$ 5.678.572,25	R\$ 8.268.570,77	R\$ 10.858.569,29	R\$ 16.637.562,72
VPL	R\$ 1.280.612,37										
TIR	19%										

Figura 6 – Fluxo de caixa do Cenário 1 com 900 hectares

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

4.3 Simulação Monte Carlo

Para realizar a simulação, primeiro foram escolhidos os pressupostos e construídos os parâmetros de variação, conforme a Tabela 5. Os pressupostos são os componentes do fluxo de caixa que compõem o cálculo do VPL, nesse caso: (1) Custos iniciais, são todos os investimentos iniciais; (2) Receita, é o lucro líquido dos períodos; (3) Receita do 10º período, é a receita de valor mais alto, pois não existem os custos de plantar; (4) TMA e (5) vida econômica.

Tabela 5 – Pressupostos da simulação Monte Carlo

Pressupostos	Variação		Distribuição de probabilidade
	Até 300 ha	Acima 300 ha	
Custos iniciais	De -20% a 20%	De -30% a 10%	Uniforme
Receita	Desvio padrão de 20%	Desvio padrão de 20%	Normal
Receita 10º período	Desvio padrão de 20%	Desvio padrão de 20%	Normal
TMA	De -20% a 20%	De -20% a 20%	Triangular
Vida econômica	De -20% a 20%	De -20% a 20%	Triangular

Fonte: elaborado pela autora (2016)

Na variação dos pressupostos, deve-se inserir dados que irão variar aleatoriamente dentro do período estimado. Para isso, é necessário inserir um valor máximo e mínimo para a distribuição uniforme, valor médio e desvio padrão para a distribuição normal, e valor mínimo, médio e máximo para distribuição triangular. Diante disso, a variação dos custos iniciais para pequenos agricultores tende a ser maior, devido ao menor poder de negociação, já para os grandes agricultores, podem ser menores, já que os descontos para grandes compras são mais representativos (Tabela 5).

Em sequência, foi realizada a simulação Monte Carlo. Simulou-se cada fluxo de caixa, dos 8 casos de cada cenário, totalizando 16 simulações. Cada simulação possui 10.000 avaliações, utilizando os pressupostos apontados e obteve-se como resultado os dados apresentados na Tabela 6. Essa tabela apresenta as 16 simulações, e os respectivos valores empregados como pressupostos, como custo inicial, receita, receita do 10º período, além da TMA e da vida econômica que é semelhante a todos. O VPL calculado nos fluxos de caixa também é exibido. E os resultados da simulação informados pelo *software* são o VPL médio, que se refere a média dos VPLs calculados, e a probabilidade de o investidor obter lucro.

Tabela 6 - Simulação Monte Carlo

	Cenário (ha)	Custo Inicial (R\$)	Receita (R\$)	Receita 10º período (R\$)	VPL calculado (R\$)	VPL médio (R\$)	Prob. de lucro (%)
25	Cenário 1	898.765,07	78.945,72	161.474,55	-508.097,44	-504.227,68	0
	Cenário 2	202.686,10	25.404,82	160.288,05	-51.876,36	-52.565,93	6,01
50	Cenário 1	1.018.757,51	157.891,44	321.672,61	-239.797,71	-232.100,62	11,11
	Cenário 2	349.397,19	49.895,11	320.486,11	-50.510,60	-53.445,55	20,91
100	Cenário 1	1.390.072,85	310.629,89	642.293,71	154.303,22	158.888,86	67,44
	Cenário 2	642.819,38	98.875,69	640.882,21	-47.779,06	-55.293,35	32,82
300	Cenário 1	4.162.758,49	914.745,50	1.926.656,14	390.844,97	408.966,44	65,45
	Cenário 2	1.946.749,14	279.707,90	1.922.646,64	-239.161,75	-261.988,97	23,46
500	Cenário 1	6.886.428,67	1.524.125,83	3.210.643,57	701.290,19	1.438.707,38	81,06
	Cenário 2	3.244.581,90	466.179,84	3.204.411,07	-398.602,91	-101.507,46	43,49
700	Cenário 1	9.584.347,77	2.133.281,16	4.494.405,99	1.036.676,36	2.025.579,46	81,30
	Cenário 2	4.542.414,66	652.651,78	4.486.175,49	-558.044,07	-156.087,99	41,94
900	Cenário 1	12.376.687,48	2.743.261,49	5.778.993,42	1.280.612,37	2.563.355,93	80,33
	Cenário 2	5.840.247,42	839.123,71	5.767.939,92	-717.485,24	-211.440,47	42,09
1000	Cenário 1	13.772.857,33	3.048.251,66	6.421.287,13	1.402.580,38	2.848.137,31	80,68
	Cenário 2	6.489.163,80	932.359,68	6.408.822,13	-797.205,82	-231.485,00	42,32

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Através da Tabela 6 se observa o comportamento econômico de cada simulação. Existem três principais resultados descritos a seguir. Primeiro, os casos de 25ha e 50ha assemelham-se quanto ao cenário de maior probabilidade de lucro, o Cenário 2. Porém, para ambos os cenários o VPL deu negativo, sendo o mais inviável o VPL médio de -R\$ 504.227,68 para o Cenário 1 de 25ha. Segundo, os casos de 100ha a 300ha são semelhantes, onde o Cenário 1 torna-se mais rentável que o Cenário 2, atingindo uma média de 65% de probabilidade de lucro e um VPL médio de R\$ 408.966,44, para o caso de 300ha do Cenário 1.

Em terceiro são classificados os casos de 500ha a 1000ha. Sendo que, para os grandes agricultores, onde o poder de compra é alto, a probabilidade de lucro do Cenário 1 é de em média 80%. Sendo que, se aplicado o real dimensionamento de máquinas, do caso de 500ha para 1000ha, a probabilidade deve aumentar. Em suma, o primeiro momento em que o VPL é positivo é o de 100ha do Cenário 1, e este cenário só aumenta sua rentabilidade até o VPL médio de R\$ 2.848.137,31 de 1000ha do Cenário 1. Já para o Cenário 2 o que ocorre é diferente, pois apresenta-se negativo em todos os casos.

Para compreender melhor o resultado desta simulação, observa-se os gráficos de distribuição de probabilidade do VPL e seus respectivos gráficos de sensibilidade dos pressupostos. A Figura 7 apresenta os gráficos da simulação para 25ha, onde na esquerda está

o Cenário 1, com seus dois gráficos e na direita está os gráficos do Cenário 2. A parte azul é positiva e a vermelha negativa.



Figura 7 – Simulação 25 ha: Cenário 1 (esquerda) e Cenário 2 (direita)
 Fonte: simulação Monte Carlo (2016)

Este caso, exibido na Figura 7, é o de menor probabilidade de lucro de todos, sendo que, no Cenário 1 é 100% inviável adquirir os equipamentos, tratores, colheitadeira e silos, pois eleva os custos iniciais para 69,8% do VLP, onde a receita, com 27,9% não consegue pagar por esses investimentos. O Cenário 2 já possui uma probabilidade de lucro, mesmo que, na grande maioria das simulações o VPL tenha sido negativo, ainda é possível refinar a análise do cenário para investir.

Para melhorar a proporção da receita, que é de 42,6%, o agricultor pode tentar eliminar os custos de aluguel dos tratores, utilizando de financiamentos a juros baixos dos programas de agricultura familiar do governo. Porém, o impacto das intempéries do clima e do valor do saco do arroz sempre serão grandes. O caso de 1000ha é exibido na Figura 8.



Figura 8 - Simulação 1000 ha: Cenário 1 (esquerda) e Cenário 2 (direita)
 Fonte: simulação Monte Carlo (2016)

A Figura 8 apresenta os resultados da simulação Monte Carlo para o caso de 1000ha. Este trata-se de um grande agricultor, com poder de venda e negociação. Sendo assim, o Cenário 1 é viável, pois o capital inicial tem impacto de apenas 23,5% do VPL, e os ganhos são de 71,8%, tornando a probabilidade de lucro de 80,68%. Já o Cenário 2 possui um VPL médio negativo, e uma probabilidade de lucro aproximadamente metade que a do Cenário 1, de 42,32%. Isto deve-se aos altos custos variáveis, que consomem muito do lucro obtido com a venda do arroz, inviabilizando o projeto.

Sendo assim, em geral, as simulações comprovam a força dos grandes agricultores, que em ambos os cenários obtêm probabilidade de lucro superiores aos pequenos agricultores. E para os produtores de 25 e 50 hectares, é interessante intensificar a análise de não adquirir alguns tratores, colheitadeira, equipamentos, para trazer maior probabilidade de lucro aos pequenos agricultores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de arroz é muito importante para a economia e para a sociedade. Sendo assim, esta pesquisa teve como objetivo identificar qual é o cenário de maior viabilidade econômica na produção de arroz em São Gabriel - RS, combinadas a diferentes quantidades de hectares. Para isso, foi utilizada do método de simulação Monte Carlo de um total de 16 casos, considerando dois cenários econômicos distintos de 8 diferentes quantidades de hectares, que vão desde 25ha até 1000ha.

Através da simulação, constatou-se três principais resultados. O primeiro engloba os casos de 25ha e 50ha, onde o VPL médio da simulação e a probabilidade de lucro apontaram que é mais viável investir no Cenário 2 (alugar tratores e colheitadeiras e negociar com cooperativas), porém, a inviabilidade de ambos os cenários é alta. O segundo engloba os casos de 100ha e 300ha, onde pela primeira vez apontou-se viabilidade de investimento, porém apenas para o Cenário 1, e com equilíbrio de probabilidade de lucro entre os casos.

O terceiro e último resultado engloba os casos de 500ha, 700ha, 900ha e 1000ha. Estes casos apresentam altos valores de VPL médio para o Cenário 1, que crescem constantemente de 500ha até 1000ha, e a probabilidade de lucro mantém-se uma média de 80%. Também apresentam inviabilidade para o Cenário 2, com probabilidades de lucro de em média 42%. Nesse sentido, o cenário de maior viabilidade econômica é o Cenário 1 para 1000 hectares. Porém, para preservar o agricultor familiar, este estudo apresenta a alternativa de plantio com menor capital inicial investido, e que ainda apresenta probabilidade de lucro.

Devido ao alto custo fixo do Cenário 1 e ao alto custo variável do Cenário 2, os pequenos agricultores são prejudicados. Diante disso, é interessante analisar e buscar um equilíbrio entre ambos cenários, onde, por exemplo, o pequeno agricultor invista em tratores para reduzir o custo variável, alugue apenas a colheitadeira, e crie parcerias com cooperativas, buscando maior poder de venda do arroz, em momentos de valorização. Para conseguir esse investimento, é essencial o apoio do governo através de financiamentos a juros baixos, redução de impostos, entre outras alternativas.

Por se tratar de uma simulação complexa, com muitas variáveis, esta pesquisa deixa lacunas para próximos estudos. Por exemplo: realizar o estudo do real dimensionamento de máquinas; estudar o impacto dos valores de máximo e mínimo do preço de venda do arroz nos cenários; simular a compra de alguns equipamentos, tornando os cenários menos extremistas; e analisar as opções de financiamentos para a aquisição de equipamentos.

REFERÊNCIAS

ADKINS, R.; PAXSON, D. The effect of tax depreciation on the stochastic replacement policy. **European Journal of Operational Research**, v. 229, n. 1, p. 155-164, 2013.

ADUSUMILLI, N.; DAVIS, S.; FROMME, D. Economic evaluation of using surge valves in furrow irrigation of row crops in Louisiana: A net present value approach. **Agricultural Water Management**, v. s/n, n. s/n. 2016.

AMANOR, K. S.; CHICHAVA, S. South–South Cooperation, Agribusiness, and African Agricultural Development: Brazil and China in Ghana and Mozambique. **World Development**, v. 81, p. 13-23, 2016.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Consulta à taxa Selic diária**. Disponível em <<http://www.bcb.gov.br/htms/selic/selicdia.asp>>. Acesso em 20 de setembro de 2016.

BLANK, L. T.; TARQUIN, A. **Engineering economy**. 7. ed. New York: McGraw-Hill, 2012.

BORNIA, A. C. **Análise gerencial de custos: aplicações em empresas modernas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

BRUNI, A. L.; FAMÁ, R. **Gestão de custos e formação de preços**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CAMLOFFISKI, R. **Análise de investimentos e viabilidade financeira das empresas**. São Paulo: Atlas, 2014.

CARVALHO, C. R. F.; PONCIANO, N. J.; SOUZA, P. M.; SOUZA, C. L. M.; SOUSA, E. F. Viabilidade econômica e de risco da produção de tomate no município de Cambuci/RJ, Brasil. **Ciência Rural**, v. 44, n. 12, p. 2293-2299, 2014.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKE, B. H. **Análise de investimentos**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Safras: Séries históricas**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&>>. Acesso em 21 de maio de 2016.

DAL MOLIN, M. A. M.; WATANABE, M. YAMAGUCHI, C. K. JENOVEVA-NETO, R. Análise dos custos como proposta de gerenciamento na produção de arroz irrigado em uma propriedade de agricultura familiar. **Custos e @gronegocio online**, v. 11, n. 3, p. 257-279, 2015.

EHRlich, P. J; MORAES, E. A. **Engenharia econômica: avaliação e seleção de projetos de investimentos**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Banco de dados agregados:** Tabela 1618 – área plantada, área colhida e produção, por ano da safra e produto. 2016a. Disponível em: <
<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1618&z=t&o=26&i=P>>. Acesso em 25 de maio de 2016.

_____. **Banco de dados agregados:** Tabela 188 – rendimento médio, por ano da safra e produto. 2016b. Disponível em: <
<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=188&z=t&o=26&i=P>>. Acesso em 25 de maio de 2016.

INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ –IRGA. **Produtividades municipais – Safra 2014/15.** 2016a. Disponível em: <
http://www.irga.rs.gov.br/upload/20150710145210produtividade_municipios_safra_14_15.pdf> Acesso em 21 de maio de 2016.

_____. **Produtividades municipais – Safra 2015/16.** 2016b. Disponível em:
<http://www.irga.rs.gov.br/upload/20160628092753produtividade_municipios_safra_15_16.pdf> Acesso em 16 de setembro de 2016.

_____. **Custo de produção do arroz médio ponderado: sistema de cultivo mínimo do arroz irrigado: Rio Grande Do Sul Safra 2015/16.** 2016c. Disponível em:
<http://www.irga.rs.gov.br/upload/20160516144858custo_de_producao_do_arroz_2015_16.pdf>. Acesso em 16 de setembro de 2016.

KAMALI, F. P.; MEUWISSEN, M. P. M.; BOER, I. J. M.; MODDELAAR, C. E.; MOREIRA, A.; LANSINK, A. G. J. M. O. Evaluation of the environmental, economic, and social performance of soybean farming systems in southern Brazil. **Journal of Cleaner Production**, p. 1-10, julho de 2016.

KLEIN, A. Z.; SILVA, L. V.; MACHADO, L.; AZEVEDO, D. **Metodologia de pesquisa em administração:** uma abordagem prática. São Paulo: Atlas, 2015.

KULP, A.; HARTMAN, J. C. Optimal tax depreciation with loss carry-forward and backward options. **European Journal of Operational Research**, v. 208, n. 2, p. 161-169, 2011.

LIN, J. T. CHEN, C. M. Simulation optimization approach for hybrid flow shop scheduling problem in semiconductor back-end manufacturing. **Simulation Modelling Practice and Theory**, v. 51, p. 100-114, 2015.

LEONE, G. S. G.; LEONE, R. J. G. **Curso de contabilidade.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MA, L.; WANG, L.; JIA, Y.; YANG, Z. Arsenic speciation in local grown rice grains from hunan province, China: Spatial distribution and potential health risk. **Science of The Total Environment**, v. 557-558, p. 438-444, 2016.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MATIAS-PEREIRA, J. **Manual da metodologia da pesquisa científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

MARTINS, A. G. **Simulação das operações de lavra da mina de brucutu utilizando um modelo de programação linear para alocar os equipamentos de carga**. 2013. p. 95. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

MARTINS, R. A.; MELLO, C. H. P.; TURRIONI, J. B. **Guia de elaboração de monografia e TCC em engenharia de produção**. São Paulo: Atlas, 2014.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Culturas: Arroz**. 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/arroz>>. Acesso em 25 de maio de 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Projeções do agronegócio: Brasil 2014/15 a 2024/25**. 2015. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/PROJECOES_DO_AGRONEGOCIO_2025_WEB.pdf>. Acesso em 26 de maio de 2016.

MIRANDA, S. H. G.; SILVA, G. S.; BRAGHETTA, M. A. N. S.; ESPÓSITO, H. O. M. A cadeia agroindustrial orizícola do Rio Grande do Sul. **Análise econômica**, Porto Alegre, v. 27, n. 52, p. 75-96, 2009.

MONTEIRO, C. A. SANTOS, L. S. WERNER, L. Simulação de Monte Carlo em decisão de investimento para implantação de projeto hospitalar. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 32, Bento Gonçalves, 2012. **Anais...** Bento Gonçalves: ENEGEP, 2012.

NITZKE, J. A; BIEDRZYCKI, A. In: Terra de Arroz: Produção. Porto Alegre: ICTA/UFRGS, 2016. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/alimentus1/terradearroz/producao/pd_irrigado_sistemas_de_cultivo.htm>. Acesso em 27 de maio de 2016.

PETKOVIĆ, D.; SHAMSHIRBAND, S.; KAMSIN, A.; LEE, M.; ANICIC, O.; NIKOLIĆ, V. Survey of the most influential parameters on the wind farm net present value (NPV) by adaptive neuro-fuzzy approach. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v. 57, p. 1270-1278, 2016.

PERCOCO, M.; BORGONOVO, E. A note on the sensitivity analysis of the internal rate of return. **International Journal of Production Economics**, v. 135, n. 1, p. 526-529, 2012.

QUEIROZ, J. E. L. Por uma agência reguladora do agronegócio. **Meritum**, Belo Horizonte v. 5, n. 1, p. 181-231, 2010.

RIBASKI, S. A. G.; HOEFLICH, V. A.; RIBASKI, J. Sistemas Silvistoris como apoio ao desenvolvimento rural para a região sudoeste do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 30, p. 27-37, 2009.

- ROSÁRIO, K. P.; AZEVEDO, R. L.; SILVA, B. G. T.; MARCELINO, D. F.; OLIVEIRA, D. P. Aplicação da teoria das filas e simulação de Monte Carlo em uma rede de farmácias localizada no município de Castanhal, Pará. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35., Fortaleza, 2015. **Anais...** Fortaleza: ENEGEP, 2015
- SABBAG, O. J.; COSTA, A. M. A. L. Análise de custos da produção de leite: aplicação do método de Monte Carlo. **Revista Extensão Rural**, v. 22, n.1, p. 125-145, 2015
- SANTOS, G. J.; MARION, J. C.; SEGATTI, S. **Administração de custos na agropecuária**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- SANTOS, A. S.; SANTOS, L. C. S. Aplicação das classificações do sistema de informação estatística brasileiro à cadeia produtiva óleo-suco-citrícola nacional. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 4, p. 731-737, 2011.
- SILVEIRA, R. G.; SOARES, M. A.; SILVA, M. A. Rentabilidade do gado de corte na fase de recria: uso da simulação de Monte Carlo para planejamento e controle empresarial. **Custos e @gronegócio online**, v. 9, n. 4, p. 60-82, 2013.
- SILVEIRA, T. S.; RODRIGUES, M. T. Planejamento de produção através do método de Monte Carlo para agricultura familiar. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 4, n. 11, p. 54-59, 2011.
- SIQUEIRA, H. M.; SOUZA, P. M.; PONCIANO, N. J. Café convencional versus café orgânico: perspectivas de sustentabilidade socioeconômica dos agricultores familiares do Espírito Santo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 2, p.155-160, 2011.
- SOUZA, D.; SBARDELOTTO, A. F.; ZIEGLER, D. R.; MARCZAK, L. D. F.; TESSARO, I. C. Characterization of rice starch and protein obtained by a fast alkaline extraction method. **Food Chemistry**, v. 191, p. 36-44, 2016.
- SOUZA, J. G. M.; NASCIMENTO, A. A.; SOUSA, R. R. C.; CAMPOS, N. S.; ALMEIDA, A. R. S. S. M. Incerteza da viabilidade econômica de um projeto portuário: uma aplicação da simulação Monte Carlo. **Revista Eletrônica de Gestão & Saúde**, v. 6, p. 1042-1056, 2015.
- THOMAZ, J. L. P.; KOHLS, L. P.; RAMOS, T. J. F. R.; GOULARTE, J. L. L.; KRONBAUER, C. A. Gestão de custos: um estudo multicaso sobre o gerenciamento na produção de arroz no município de Dom Pedrito – RS. **Revista de Auditoria Governança e Contabilidade**, v. 3, n. 5, p.22-34, 2015.
- VALARINI, J. P.; KUWAHARA, M. Y. O mercado da soja: evolução da *commodity* frente aos mercados internacional e doméstico. **Jovens Pesquisadores – Mackenzie**, v. 4, n. 1, p. 1-20, 2007.
- VAUDELLE, F.; L'HUILLIER, J. P. Influence of the size and skin thickness of apple varieties on the retrieval of internal optical properties using Vis/NIR spectroscopy: A Monte Carlo-based study. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 116, p. 137-149, 2015.
- VICECONTI, P. E. V.; NEVES, S. **Contabilidade de custos**. 11. ed. São Paulo: Saraiva, 2013a.

_____. **Contabilidade avançada e análise das demonstrações financeiras**. 17. ed. São Paulo: Saraiva, 2013b.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n.4, p. 1184-1192. jul. 2008.

ZAGO, A. P. P.; ARANTES, B. R. M.; NUNES, E. F.; LEMES, S. Cálculo do ponto de equilíbrio em condições de risco e incerteza. In: SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO, 9., São Paulo, 2006. **Anais...** São Paulo: SEMEAD, 2006.

ZAMBERLAN, C.O.; SONAGLIO, C.M. A produção orizicola brasileira a partir da década de 1990: evolução e perspectivas econômicas. **Qualistas Revista Eletrônica**. v.1, n. 4280, p. 1-15, 2011.

ZAMBERLAN, C. O.; WAQUIL, P. D.; HENKIN, H. É preciso ser grande para competir no agronegócio? Um estudo de caso sobre inovação em uma agroindústria de beneficiamento de arroz. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 5, n. 2, p. 251-281, 2012.

ŽIŽLAVSKÝ, O. Net present value approach: method for economic assessment of innovation projects. In: International Scientific Conference; Economics and Management, 19. Riga, 2014, **Anais...** Riga: ICEM 2014.