

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

ADRIANO LOPES DUARTE

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA
DE IRRIGAÇÃO SUBTERRÂNEA NA LAVOURA DE ARROZ**

Alegrete

2014

ADRIANO LOPES DUARTE

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA
DE IRRIGAÇÃO SUBTERRÂNEA NA LAVOURA DE ARROZ**

Trabalho de conclusão apresentado ao Curso de Especialização em Engenharia Econômica da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do título de especialista em Engenharia Econômica.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Silva de Oliveira

Alegrete

2014

ADRIANO LOPES DUARTE

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA
DE IRRIGAÇÃO SUBTERRÂNEA NA LAVOURA DE ARROZ**

Trabalho de conclusão apresentado ao Curso de Especialização em Engenharia Econômica da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do título de especialista em Engenharia Econômica.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Alexandre Oliveira
Orientador
Curso de Especialização em Engenharia Econômica – Unipampa

Prof. Dr. Fladimir Fernandes dos Santos

Prof. Dr. Roberlaine Ribeiro Jorge

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo, analisar a viabilidade econômica da implantação de um sistema de irrigação subterrâneo na lavoura de arroz da empresa Pilecco Nobre Alimentos Ltda, na cidade de Alegrete/RS. Num período onde o racionamento de energia elétrica e a escassez de água são assuntos mais discutidos, o agronegócio nacional precisa buscar tecnologias disponíveis para a produção de alimentos. Em busca disso a empresa procurou investir num sistema diferenciado. Implantou um projeto experimental em 0,92 hectares, a fim de levantar dados técnicos sobre a aplicação desta tecnologia. Ao final do experimento, ficou comprovado que ele possui baixo consumo de energia, melhor uniformidade na irrigação e um menor consumo de água. Como ferramentas de análise, para verificação da viabilidade do negócio, foram utilizados métodos financeiros tais como: Payback, Taxa Interna de Retorno – TIR e Valor Presente Líquido – VPL comparada a uma Taxa Mínima de Atratividade – TMA de 6,20% - taxa média, em 2013, para investimentos acima de 100 mil reais em Certificado de Depósito Bancário – CDB. Dessa forma foi possível verificar que o tempo de retorno do investimento está dentro da média dos demais investimentos no agronegócio. O que torna o projeto viável, se a empresa estiver disposta a aguardar 8 safras para obter retorno sobre o seu investimento. Além disso, pode-se perceber que a implantação deste sistema, para utilização apenas da cultura do arroz, é menos rentável, se comparado à investimentos em Certificado de Depósitos Bancários – CDB.

Palavras-chave: Viabilidade Econômica, Arroz, Irrigação.

ABSTRACT

In this Project will be addressed an economic viability analysis for the implantation of a subterranean irrigation system on rice farming at Company Pilecco Nobre Alimentos Ltda, in the city of Alegrete/RS. In a period when both electric energy rationing and insufficiency of water have been discussed, the national agribusiness needs to look for available technologies to produce foods. In this case, the company invested in a different system, implementing a 0,92ha to raise technical information for the application of this technology. At the end of the experiment, it was proved that there is low electric energy consumption, better uniformity in irrigation and lower water consumption. As analysis tools were used financial methods such as: Payback, Internal Rate of Return - IRR and Net Present Value –NPV compared to an loan interest rate of 6,20% - average rate, in 2013, for investment above 100 thousand reais in Certificate of Deposit- CD. In this way it was possible to verify that the time for payback is about the same of other investments in agribusiness. This turns the project profitable, if the company wants to wait 08 harvests to get the investment back. In addition, it is possible to verify that invest in the implantation of this system, only using rice farming, is less profitable compared to investments in Certificate of Deposit- CD.

Key words: Economic Viability Rice Irrigation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de Inundação ou Superfície.....	24
Figura 2 – Exemplo de Sulco	25
Figura 3 – Exemplo de Pivô Central.....	25
Figura 4 – Exemplo de Aspersão	26
Figura 5 – Exemplo de Microaspersão.....	27
Figura 6 – Exemplo de Gotejamento Superficial	27
Figura 7 – Exemplo de Gotejamento Subterrâneo	28
Figura 8 – Exemplo de Formação de Bulbo de Molhamento de acordo com o tipo de solo.....	28
Figura 9 – Captação da Água.....	29
Figura 10 – Pressurização do Sistema.....	29
Figura 11 – Sistema de Filtragem	30
Figura 12 – Analisador	30
Figura 13 – Tubulação principal conectada aos ramais	31
Figura 14 – Válvula de Controle da Seção.....	31
Figura 15 – Irrigação	32
Figura 16 – Fluxo da Pesquisa.....	34
Figura 17 – Bomba de 7,5cv, 45 m ³ /h e 44 mca.....	38
Figura 18 – Estação de Filtragem	39
Figura 19 – Instalação das Tubulações.....	39
Figura 20 – Valas para Instalação das Tubulações.....	40
Figura 21 – Testes de Irrigação.....	40
Figura 22 – Desenvolvimento da Cultura	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Critérios de Decisão do Payback.....	17
Quadro 2 – Vantagens e Desvantagens no uso do Payback	17
Quadro 3 – Critérios de Decisão no uso da TIR.....	20
Quadro 4 – Identificação e Especificações do Local em Estudo	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados do Sistema de Irrigação por Gotejamento Subterrâneo	37
Tabela 2 – Dados Comparativos dos Sistemas de Irrigação.....	42
Tabela 3 – Custo de Produção por hectare pelo Sistema Tradicional.....	44
Tabela 4 – Custo de Produção por hectare pelo Sistema de Irrigação por Gotejamento.....	45
Tabela 5 – Cenário A: Custo mais Provável.....	46
Tabela 6 – Cenário B: Custo Pessimista.....	46
Tabela 7 – Cenário C: Custo Otimista.....	47
Tabela 8 – Cenário A: Produtividade Provável.....	48
Tabela 9 – Cenário B: Produtividade Pessimista	48
Tabela 10 – Cenário C: Produtividade Otimista	49
Tabela 11 – Cenário A: Projeção Provável do Preço do Arroz.....	50
Tabela 12 – Cenário B: Projeção Pessimista do Preço do Arroz	50
Tabela 13 – Cenário C: Projeção Otimista do Preço do Arroz	51
Tabela 14 – Cenário A: Fluxo de Caixa do Investimento (Provável)	52
Tabela 15 – Cenário B: Fluxo de Caixa do Investimento (Pessimista).....	52
Tabela 16 – Cenário C: Fluxo de Caixa do Investimento (Otimista).....	53
Tabela 17 – TIR e Payback: Tabela Comparativa.....	53
Tabela 18 – Resumo das Informações para Apuração da VAUE.....	54
Tabela 19 – Dados para Simulação Monte Carlo	55

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	CONCEITOS E OPINIÕES SOBRE A ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA E SUAS TÉCNICAS	14
2.1	Viabilidade Econômica	14
2.1.1	Técnicas e Análises.....	14
2.1.1.1	Fluxo de Caixa	14
2.1.1.2	VAUE – Método do Valor Anual Uniforme Equivalente.....	15
2.1.1.3	TMA – Taxa Mínima de Atratividade	15
2.1.1.4	Payback – Tempo de Retorno do Investimento Inicial.....	16
2.1.1.5	VPL – Valor Presente Líquido	17
2.1.1.6	TIR – Taxa Interna de Retorno.....	19
2.2	Análise de Sensibilidade e Cenários.....	20
3	O ARROZ E SUAS FORMAS DE IRRIGAÇÃO	22
3.1	Arroz	22
3.2	Irrigação.....	22
3.3	John Deere Water – Sistema de Irrigação Subterrânea.....	23
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	33
4.1	Metodologia.....	33
4.2	Caracterização da Pesquisa.....	33
4.3	Delimitação da Pesquisa	33
4.4	Etapas da Pesquisa	34
4.5	Coleta de Dados.....	34
4.6	Tratamento e Análise dos Dados	34
4.6.1	Fluxo de Caixa.....	34
4.6.2	Teste de Hipóteses	35
4.6.3	Simulação de Monte Carlo	36
5	Resultados e Discussões.....	37
5.1	Informações Gerais da Propriedade e do Sistema	37
5.2	Investimento.....	38
5.3	Instalação do Sistema	38
5.4	Plantio, Desenvolvimento e Colheita	41

5.5 Custos de Produção da Atividade Rural pelo Método tradicional de Lâmina d'água	43
5.6 Custos de Produção da Atividade Rural pelo Novo Sistema de Irrigação por Gotejamento.....	44
5.7 Projeção dos Custos	45
5.8 Projeção da Produtividade.....	47
5.9 Projeção Preço do Arroz – Saca 50 kg.....	49
5.10 Análise de Cenários.....	51
6 CONCLUSÕES.....	56
REFERÊNCIAS.....	58

1 INTRODUÇÃO

A cultura do arroz é considerada uma das mais importantes do mundo por ser a base alimentar de bilhões de pessoas, tendo seus maiores produtores localizados nas regiões da Ásia, Oriente Médio e América Latina. Para Santos (2013), nos últimos anos, o Brasil vem se consolidando como referência na produção e comercialização do arroz. Pode-se citar da região sul os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul como os estados com maior produção de arroz no país, onde o rendimento médio supera 7 mil quilos por hectare. Além disso, nos últimos dois anos o custo final por saca ficou bem acima do custo de produção, que gira em torno de R\$ 30,00 por saca. É por isso que a região sul do Brasil tem a orizicultura como a atividade agrícola mais tradicional.

De acordo com o levantamento dos custos de produtividade da safra 2012/2013, elaborado pelo IRGA – Instituto Rio Grandense do Arroz, os produtores gaúchos colheram uma área total de 1,076 milhão de hectares, com uma produtividade média de 7.497 quilos por hectare. O sistema agrícola tradicional do interior do país e do Rio Grande do Sul baseia-se na geração de produtos primários flexíveis (grãos, carne, leite, entre outros) sujeitos a crises climáticas, econômicas, políticas, deficiência de infraestrutura, tecnológicas e educacionais. A fronteira oeste, onde está situada a cidade de Alegrete, é responsável por 31% da área total colhida no estado.

Com base na pesquisa de Menezes et al. (2012), a lavoura de arroz modifica o ecossistema natural sobre o qual é instalado, criando, assim, outro ecossistema que utiliza os recursos naturais disponíveis, a exemplo do solo, água e radiação solar. O novo ecossistema não necessariamente prejudicará os recursos naturais, caso o produtor rural venha a contribuir com métodos sustentáveis. A utilização de sistemas de manejo e de tecnologias que permitam, dentro do possível, minimizar efeitos climáticos tem dado ao produtor a segurança de uma safra com boa produtividade e qualidade de grão.

Basicamente existem quatro métodos de irrigação.

- a) Irrigação por aspersão: Consiste na aplicação da água ao solo resultando da subdivisão de um jato d'água lançado sob pressão no ar atmosférico, através de orifícios ou de bocais de aspersores;
- b) Microirrigação ou Irrigação localizada: A aplicação da água é feita por emissores que operam sob pressão e localizam o volume de água necessário nas áreas de interesse;
- c) Irrigação por superfície ou inundação: Sistema que utiliza a superfície do solo para conduzir a água que deve ser aplicada;
- d) Irrigação Subterrânea: consiste na aplicação de água ao subsolo pela formação de um lençol freático de água artificial ou pelo controle de um lençol freático de água natural, mantendo-o a uma profundidade conveniente, capaz de proporcionar um fluxo satisfatório de água à zona radicular da cultura, satisfazendo as suas necessidades no processo de evapotranspiração.

Conforme pode-se observar, a irrigação por aspersão e microirrigação são métodos pressurizados e a irrigação por superfície e a subterrânea são métodos não pressurizados.

De acordo com Bernardo et al. (2009), o sistema de irrigação por inundação é considerado o mais simples e o mais utilizado para o cultivo do arroz. Este sistema ajusta-se melhor a solos com até 2% de declividade e, normalmente, exige adequação do terreno para obter uma maior uniformidade na irrigação.

Em virtude da alta demanda evapotranspirativa da atmosfera, a irrigação por inundação poderá levar vários dias para ser finalizada em decorrência da perda de água, assim como por desvios existentes nos canais, correndo o risco de contaminação de fertilizantes e agrotóxicos nos leitos de rios de captação.

Ainda, conforme Bernardo (2009), o sistema de irrigação por gotejamento ficou conhecido no Brasil no ano de 1972. Este sistema permite que a água seja aplicada ao solo, diretamente sobre a região radicular da planta, em pequenas intensidades. Pode ser utilizado em diversas culturas a exemplo do café, tomate, morango, melão, entre outras, porém, na cultura do arroz, até a presente data, não se tem relatos sobre sua aplicabilidade.

Visando a otimização da área agrícola e um produto de maior valor agregado, a Pilecco Nobre buscou alternativas no mercado, encontrando através da John

Deere Water, uma empresa inovadora do ramo da irrigação, a opção de implantação do sistema de irrigação subterrâneo por gotejamento na cultura do arroz.

O Grupo Pilecco Nobre é nacionalmente conhecido pelos trabalhos desenvolvidos na cadeia do arroz e pelos seus constantes investimentos ligados à inovação e a sustentabilidade. Conta com um parque industrial equipado com o que existe de mais avançado, reunindo o melhor das tecnologias disponíveis no mercado internacional. Sua matriz está sediada no município de Alegrete/RS e suas atividades estão distribuídas em empresas e parcerias de produção rural nas atividades de produção e beneficiamento de arroz, transporte e geração de energia.

Este estudo objetiva a Análise da Viabilidade Econômica da Implantação de um Sistema de Irrigação Subterrânea por Gotejamento na Lavoura de Arroz do Grupo Pilecco Nobre na cidade de Alegrete/RS.

Segundo informações do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o estado do Rio Grande do Sul é considerado um dos maiores produtores exportadores de grãos do país, 68,3% da produção nacional é deste estado. Sua economia está diretamente ligada ao setor agropecuário e do agronegócio. Porém, as oscilações climáticas ocorridas na última década trouxeram prejuízos aos produtores resultando em um declínio da economia local. Para o cultivo do arroz, por exemplo, precisa-se de grande quantidade de água. Pois o método tradicional é de plantar as pequenas mudas em campos inundados de água. Além disso, o cultivo necessita de um acompanhamento técnico para uma adubação correta do solo a fim de evitar o surgimento de pestes durante o período de crescimento da planta.

As plantações são feitas geralmente nos períodos mais chuvosos, para que a água da chuva seja aproveitada na irrigação.

Infelizmente, as práticas irrigatórias em uso são, em geral, baseadas em costumes herdados ou conveniência particular, em vez de corretas análises para as condições presentes. De modo geral, ao iniciar um projeto de irrigação deve-se ter em mente: aumentar a produção, economizar trabalho e água, minimizar a deterioração da estrutura do solo e a perda de nutrientes etc (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2009, p. 45).

Em busca disso, a Pilecco Nobre iniciou em julho de 2012, em uma área de 0,92 hectares, a implantação experimental de um sistema de irrigação subterrâneo por gotejamento com a finalidade de testar o sistema na cultura do arroz. Nesta

amostragem ficou constatada uma maior produtividade em relação ao sistema tradicional por lâmina d'água (inundação). No entanto o estudo teve um foco técnico e não econômico. Tendo em vista que a empresa tem a intenção de expandir as instalações deste sistema em mais 148 hectares, busca-se dimensionar o Investimento Inicial, elaborar o Fluxo de Caixa Operacional, apurar o Fluxo de Caixa Residual e aplicar as técnicas de análise a fim de identificar o retorno financeiro do negócio.

Com o intuito de melhorar a produção de sua matéria prima, de forma sustentável, a empresa buscou parcerias a fim de melhorar o processo de irrigação de suas lavouras de arroz. Foi então que surgiu a John Deere com um sistema de irrigação criado em Israel, desenvolvido primeiramente para maximizar a utilização da água.

Por ser Israel um país desértico, o sistema de irrigação por pivôs centrais, além de não obter um resultado satisfatório, ocasionava muita erosão em virtude do grande volume de água injetada e este grande volume de água era aplicado para compensar a grande evaporação, em decorrência das altas temperaturas durante o dia. Esta nova ideia de irrigação utiliza gotejadores enterrados, necessitando um volume de água muito menor e com maiores resultados tanto em produtividade quanto em redução no consumo de energia elétrica. Além disso, foi criado um sistema de fertilização utilizando o mesmo sistema, onde o nutriente diluído na água torna-se muito mais eficaz para a nutrição da planta, aumentando significativamente a produção de alimentos numa mesma área.

Este sistema de irrigação por gotejamento subterrâneo já é conhecido e aplicado em diversas culturas, tais como café, tomate e morango, porém, não se tem relatos da aplicação deste na cultura orizícola.

Com base no experimento John Deere Water, realizada em julho/2012, em uma área de 0,92 hectares da Agropecuária Pilecco, este estudo tem como objetivo verificar a viabilidade econômica na implantação deste sistema de irrigação subterrâneo em mais 148 hectares do grupo. Dessa forma, o tema escolhido foi definido tanto pela importância teórica quanto pela necessidade da empresa em levantar o retorno do investimento.

2 CONCEITOS E OPINIÕES SOBRE A ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA E SUAS TÉCNICAS

2.1 Viabilidade Econômica

Segundo Casarotto Filho e Kopittke (2010), durante o exercício da profissão de engenheiros e técnicos, da área econômico-financeira, é comum se deparar com a necessidade de escolha de alternativas que envolvem estudos econômicos. No entanto, o mesmo autor salienta que a análise econômico-financeira pode não ser suficiente para a tomada de decisões. Para uma análise global do investimento, pode ser necessário considerar fatores não quantificáveis como restrições ou os próprios objetivos e políticas gerais da empresa.

“O projeto de viabilidade é um projeto de estudo e análise, ou seja, é um projeto que procura verificar a viabilidade a nível interno da própria empresa” (WOILER; MATHIAS, 1996, p. 27).

2.1.1 Técnicas e Análises

Carmona (2009) define que o objetivo da análise de investimentos é buscar identificar a melhor alternativa de retorno para um determinado investimento a ser realizado pela empresa.

Para Siqueira et al. (2006), a análise dos investimentos de longo prazo é importante, pois as empresas tem necessidade de decisão entre alternativas que impactarão, positivamente ou negativamente, nos seus resultados.

Na sequência, são apresentados alguns conceitos e métodos que serão aplicados neste estudo de viabilidade econômica:

2.1.1.1 Fluxo de Caixa

“Fluxo de Caixa é a apreciação das contribuições monetárias (entradas e saídas de dinheiro) ao longo do tempo, a uma taxa simbólica já constituída. Pode ser representado de forma analítica ou gráfica” (HIRSCHFELD, 2007, p. 21).

Woiler e Mathias (1996) também definem que nas análises de viabilidade de projetos, as técnicas mais utilizadas são as que são aplicadas ao fluxo de caixa. Assim como Casarotto Filho (2011), que recomenda o regime de caixa para projeções de resultados e o regime de competência para projeções de fluxo de caixa.

De acordo com Carmona (2009), os fluxos de caixa são classificados em duas modalidades: fluxo de caixa convencional e o não convencional.

O fluxo de caixa convencional ocorre quando existe apenas uma saída no início do projeto. Comum em investimentos do tipo empresa industrial e comercial que para funcionar necessitam que todo o investimento tenha sido feito. E o fluxo de caixa não convencional acontece quando existe mais de uma saída de caixa durante o projeto. Ocorre em projetos relacionados à construção civil.

2.1.1.2 Método do Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE)

Para Casarotto Filho e Kopittke (2010) o Método do Valor Anual Equivalente deve ser utilizado para encontrar a série anual equivalente ao fluxo de caixa dos investimentos a uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA), ou seja, encontra-se a série uniforme equivalente a todos os custos e receitas de cada projeto, utilizando-se uma TMA. O projeto a ser escolhido é aquele que tiver o maior saldo positivo.

2.1.1.3 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

Casarotto Filho e Kopittke (2010) definem a TMA como a taxa pelo qual o investidor considera obter ganho financeiro.

Ao se analisar uma proposta de investimento deve ser considerado o fato de se estar perdendo a oportunidade de auferir retornos pela aplicação do mesmo capital em outros projetos. A nova proposta para ser atrativa deve render, no mínimo, a taxa de juros equivalente à rentabilidade das aplicações correntes e de pouco risco. Esta é, portanto, a TMA. (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010).

De acordo com os autores supracitados, para pessoa física, normalmente se deve utilizar como TMA à rentabilidade da caderneta de poupança ou aplicações de

renda fixa. Já para empresas, esta passa a ser mais complexa, dependendo do prazo ou da importância estratégica das alternativas. Investimento de curto prazo pode ser utilizado como TMA à taxa de remuneração de títulos bancários de curto prazo. Investimento de médio prazo, a TMA pode ser a média ponderada dos rendimentos das contas do capital de giro (aplicações de caixa ou taxa de juros embutidas em vendas a prazo). E nos investimentos de longo prazo a TMA passa a ser a meta estratégica.

2.1.1.4 Tempo de Retorno do Investimento Inicial (Payback)

De acordo com Brito (2011, p. 51), “O Payback é o período de tempo em que ocorre o retorno do investimento. Calculado no fluxo de caixa de vida útil de dez anos, o Payback apresenta-se de várias maneiras para cada tipo de empresa”.

Carmona (2009) destaca que o Payback indica o número de períodos necessários para recuperar o investimento realizado em um determinado projeto. A dinâmica do Payback leva em consideração a capacidade que o projeto possui para recuperar o investimento realizado e em quanto tempo. Quanto menor o tempo de recuperação, melhor será o projeto. Se o período for considerado aceitável, o investimento pode ser realizado.

Como critério de decisão, o analista deve fixar um prazo máximo de retorno que será aceitável pelo investidor. Caso o projeto analisado ultrapasse o limite de tempo estipulado, este será rejeitado (SIQUEIRA et al. 2006).

“Em inglês, Payback quer dizer pagar de volta, e isso é exatamente o que o critério avalia: o tempo que um investimento leva para pagar de volta ao seu dono o investimento inicial” (ABREU FILHO, 2008, p. 77).

De acordo com Carmona (2009), o Payback é calculado através da Equação (1):

$$PB = \frac{VI}{FC} \quad (1)$$

em que PB é o Payback; VI é o valor do investimento a ser realizado; e FC é o fluxo de caixa gerado.

Com base nos conceitos de Carmona (2009), o Quadro 1 demonstra um resumo dos critérios de decisão para o Payback e o Quadro 2 apresenta as vantagens e desvantagens no uso do Payback.

Quadro 1 – Critérios de Decisão do Payback

Critérios de Decisão	Ação
Se o período do Payback for menor ou igual ao período predeterminado	Aceitar o Projeto
Se o período do Payback for maior que o período predeterminado	Rejeitar o Projeto

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 2 – Vantagens e Desvantagens no uso do Payback

Vantagens no uso do Payback	Desvantagens no uso do Payback
Simplicidade de cálculo	Não leva em consideração o valor do dinheiro no tempo
Leva em consideração os fluxos de caixa em vez de lucros contábeis	Determinação subjetiva do período pela direção
	Não leva em consideração os fluxos de caixa após o Payback

Fonte: Elaborado pelo autor

2.1.1.5 Valor Presente Líquido (VPL)

Pode ser definido como sendo a soma algébrica dos saldos do fluxo de caixa descontados a uma taxa de juros, também conhecida como taxa de desconto, para determinada data (WOILER; MATHIAS, 1996).

O Método do Valor Presente Líquido, também chamado Método do Valor Atual Líquido, tem como finalidade determinar um valor no instante considerado inicial, a partir de um fluxo de caixa formado de uma série de receitas e dispêndios (HIRSCHFELD, 2007, p. 105).

É determinado através da equação (2):

$$VPL = \sum_0^n F_n (1+i)^{-n} \quad (2)$$

em que VPL é valor presente líquido de um fluxo de caixa; n é o número de períodos envolvidos em cada elemento da série de receitas e dispêndios do fluxo de caixa; F_n equivale a cada um dos diversos valores envolvidos no fluxo de caixa e que ocorrem em n ; i é a *taxa de juros comparativa* ou *taxa mínima de atratividade*, também chamada *taxa de equivalência*, *taxa de expectativa*, ou ainda, neste caso, *taxa de desconto*.

De acordo com Buarque (1984), sempre que o valor presente líquido, estimado a uma taxa de desconto correspondente ao custo de oportunidade do capital, for superior a zero, o projeto apresenta um mérito positivo. E na comparação entre dois projetos ou duas alternativas de melhoria de um mesmo projeto, o melhor é aquele que apresentar o maior valor presente líquido.

O valor atual líquido é um bom coeficiente para a determinação do mérito do projeto, uma vez que ele representa, em valores atuais, o total dos recursos que permanecem em mãos da empresa ao final de toda a sua vida útil. Em outras palavras, o VAL representa o retorno líquido atualizado gerado pelo projeto (BUARQUE, 1984, p. 148).

Para Frezatti (2008), o VPL é obtido pela subtração dos investimentos iniciais de um projeto do valor presente das entradas de caixa, descontados a uma taxa igual ao custo de oportunidade da empresa.

Quando o VPL é zero, os fluxos de caixa do projeto recuperam o capital investido. Para o projeto ser aceito, o VPL deve apresentar valor positivo, gerando mais caixa do que o necessário para cobrir as exigências de suas dívidas. (SIQUEIRA et al., 2006).

2.1.1.6 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Carmona (2009, p.61) cita que “a TIR é uma taxa de desconto que iguala o valor presente dos fluxos de caixa futuros ao investimento inicial. É a taxa que torna o VPL igual a zero”.

De acordo com Casarotto Filho (2011), se o indicador escolhido para a análise for à taxa de retorno, pode-se ter até três taxas num mesmo projeto.

- Taxa de Retorno do empreendimento ou do projeto

É a taxa de retorno de todo o mix de recursos envolvidos. Normalmente, interessa a financiadores como indicador de capacidade de pagamento dos custos financeiros do empréstimo.

- Taxa de Retorno do empresário ou do acionista

É a taxa de retorno dos recursos próprios alocados no projeto. Interessa aos acionistas que alocarão os recursos.

- Taxa de Financiamento

É a taxa de juros dos recursos de financiamento de longo prazo. Interessa aos órgãos governamentais voltados ao fomento industrial que podem manipulá-la (juntamente com os prazos e os níveis de participação), de forma a catapultar a taxa de retorno do empresário a níveis atrativos, quando a taxa de retorno do empreendimento não for interessante para um projeto socialmente atrativo.

Newnan e Lavelle (2000, p. 144) definem a TIR da seguinte maneira:

A taxa interna de retorno é a taxa de juro ganho sobre o investimento não-recuperado, de tal forma que o esquema de pagamento reduza a zero o investimento não-recuperado no final da vida do investimento.

Gitman (2004) diz que a TIR é a taxa de desconto que iguala o VPL de uma oportunidade de investimento a zero, ou seja, o valor presente das entradas de caixa se iguala ao investimento inicial. E quanto ao critério de aceitação, o investimento será atrativo se a TIR for maior que o custo de capital. Se a TIR for menor que o custo de capital o projeto não será atrativo e deve ser rejeitado.

Para calcular a TIR utiliza-se a Equação (3):

$$\sum_{t=0}^n \frac{FC}{(1+TIR)^t} = 0 \quad (3)$$

Em que \sum é o somatório da data zero até a data n ; t é o período de tempo correspondente ao fluxo de caixa; FC é o fluxo de caixa e TIR é a taxa de juro que torna o VPL igual à zero.

De acordo com Siqueira et al. (2006), se a TIR é a taxa que torna equivalentes o investimento inicial e os fluxos de caixa futuros, montar a expressão do VPL de acordo com o fluxo de caixa do projeto analisado e igualá-lo a zero, teríamos a taxa interna de retorno na variável i .

A TIR é um dos principais instrumentos para determinação do mérito de um projeto. No entanto, tem-se vantagens e algumas desvantagens que não permitem que a TIR seja um instrumento absoluto na seleção ou classificação de um projeto. O Quadro 3 sintetiza os critérios de decisão no uso da TIR , com base em Carmona (2009).

Quadro 3 – Critérios de Decisão no uso da TIR

Situação	Ação
$TIR > \text{Custo de Capital}$	Projeto deve ser Aceito
$TIR < \text{Custo de Capital}$	Projeto deve ser Rejeitado
$TIR = \text{Custo de Capital}$	Indiferente em Aceitar ou Rejeitar o Projeto

Fonte: Elaborado pelo autor

2.2 Análise de Sensibilidade e Cenários

De acordo com Newnan e Lavelle (2000, p. 219), “uma análise de sensibilidade da decisão de um problema em relação a seus vários parâmetros esclarece os aspectos importantes e significativos desse problema”. Para Casarotto Filho e Kopittke (2010), o estudo de cenários pode fornecer informações importantes

na tomada de decisão, indicações de comportamentos de preços, de custos, de variações em financiamentos, a partir do fluxo de caixa a preços atuais.

De acordo com Abreu Filho et al. (2008), em decorrência das incertezas junto às projeções, é comum ser incluídos cenários diversos para auxílio na visualização das possibilidades de variações dos resultados. Isso permite a atribuição de probabilidades de ocorrências diferentes para cada cenário. Siqueira et al. (2006, p. 39) definem análise de sensibilidade como “[...] uma abordagem para gerenciamento de risco aplicável a um conjunto de elementos quando uma das variáveis envolvidas é desconhecida”. Para os mesmos autores, na análise de sensibilidade há apenas uma variável incerta, enquanto que na análise de cenários há um conjunto de variáveis com resultados incertos.

Para Samanez (2007), a análise de sensibilidade consegue identificar as variáveis críticas de uma projeção ou fluxo de caixa, podendo então avaliar o projeto, considerando hipóteses de acordo com o comportamento dessas variáveis.

Na estimativa dos fluxos de caixa para a análise de sensibilidade é necessário lembrar a distinção entre o valor esperado (média), valor mais popular ou provável (moda) e o valor médio entre o máximo e o mínimo (mediana), para a distribuição de probabilidades de determinado parâmetro. (SAMANEZ, 2007, p. 118)

De acordo com Buarque (1984), quando um projeto possui uma baixa rentabilidade, o estudo da sensibilidade se torna importante, pois informa ao responsável pelo projeto qual é o comportamento da rentabilidade.

Para Samanez (2007), o cenário é formado por um conjunto de parâmetros com determinados valores atribuídos, de forma que haja consistência entre os valores dos parâmetros e do cenário.

O estudo de cenários pode fornecer indicações de como poderão comportar-se os preços de venda, das principais matérias-primas, dos salários, a variação das moedas dos financiamentos, a correção oficial para o ativo imobilizado e patrimônio líquido, de modo a gerar, a partir do fluxo de caixa a preços de hoje, um novo fluxo de caixa a preços ajustados. (CASAROTTO FILHO; KOPITKE, 2011, p. 197)

3 O ARROZ E SUAS FORMAS DE IRRIGAÇÃO

3.1 Arroz

Conforme Bottini (2008), na Ásia, mais de 2 bilhões de pessoas obtêm de 60% a 70% da sua necessidade diária de energia, através do consumo do arroz ou de seus derivados. Da metade do século XVIII até meados do século XIX, o Brasil foi um dos maiores exportadores de arroz. Já no século XXI, o Rio Grande do Sul passou a responder por mais da metade do arroz produzido no país, seguido pelo Maranhão, Mato Grosso, Santa Catarina e Piauí. Devido a isso, o consumo interno cresceu de tal maneira que o país passou a importar o produto do Uruguai e da Argentina. Para Estivalet et al. (2006) o estado do Rio Grande do Sul vem sofrendo grandes mudanças e transformações no setor.

Segundo a revista Lavoura Arrozeira (2013, p. 29), “fora da Ásia, o Brasil é o país com maior consumo de Arroz”.

De acordo com a Embrapa (2002), o arroz apresenta-se como importante nos contextos social, econômico e político, a partir dos tempos coloniais, o que lhe resultou a condição de maior produto do hemisfério ocidental. É um dos cereais mais cultivados no mundo e uma cultura que apresenta grande capacidade de adaptação a diferentes condições de solo e clima. Está em segundo lugar em extensão de área cultivada, superada apenas pelo trigo, segundo a Embrapa.

“[...] o Rio Grande do Sul é um estado onde a cultura do arroz começou no final do século XIX e atualmente conta com área plantada de um milhão de hectares, 100% irrigada” (IRGA, 2013, p. 34).

3.2 Irrigação

A água é o fator importante no desenvolvimento agrícola, pois sua falta ou excesso afetam diretamente o desenvolvimento e a produção das plantas. De acordo com Calbo (2005), é o manejo adequado, que determina o período de irrigação e a quantidade de água a ser aplicada. “A irrigação deve ser feita quando a umidade do solo decresce e atinge a tensão crítica da água para a planta” (CALBO, 2005, p. 6).

Quando plantado em várzeas, predomina o cultivo com irrigação controlada, muito usado em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul, embora haja pequenos agricultores que cultivem arroz em várzeas sem qualquer tipo de irrigação (BOTTINI, 2008, p. 25).

Num período onde o racionamento de energia elétrica e a escassez de água são assuntos muito discutidos, o agronegócio nacional precisa buscar tecnologias disponíveis para a produção de alimentos. De acordo com a Embrapa (2004), a fruticultura irrigada é uma atividade que já dispõe de tecnologias, porém, ainda pouco utilizada pelos produtores. Segundo especialistas da Embrapa, se o produtor seguir rigorosamente as orientações técnicas passadas, a redução no consumo de energia elétrica pode chegar a 20%. Dentre os sistemas de irrigação disponíveis, os que mais economizam energia e água, são também os mais caros.

A irrigação com manejo adequado desempenha um papel indispensável para a produtividade das culturas, no entanto, garantir o necessário aporte de água para a agricultura é um desafio. O Brasil vem enfrentando graves problemas como a poluição, a degradação ambiental e o uso indiscriminado de pesticidas. Neste contexto, a implantação de programas com o objetivo de um controle mais efetivo da exploração dos recursos hídricos vem sendo aplicada em diversos estados do país.

Atualmente o IRGA possui um programa de pesquisa agrícola para que o produtor trabalhe de forma amigável com o meio ambiente. A intenção é ampliar a área irrigada mantendo a mesma quantidade de água disponível, seja pela introdução de novas tecnologias, seja pela mudança no manejo.

3.3 John Deere Water – Sistema de Irrigação Subterrânea

Fundada em 1837, e com mais de 135 anos de dedicação aos agricultores, fazendeiros e proprietários rurais, a John Deere assistiu diversas mudanças nos seus negócios, produtos e serviços. Tendo como valores fundamentais integridade, qualidade, comprometimento e inovação. Durante esse tempo sempre esteve em busca de novidades para beneficiar seus clientes e investidores, possui uma carteira de negócios variada e interligada, com equipamentos agrícolas e de construção, equipamentos para jardim e para florestas, além de áreas de serviços financeiros, suporte ao cliente e sistemas de irrigação.

Querendo ser mais que um fornecedor de equipamentos e em busca de inovação, no ano de 2006 a John Deere adquiriu a Produtos Roberts Irrigation Inc., empresa localizada nos Estados Unidos e na Europa, especialista no fornecimento de sistemas de irrigação para irrigação de culturas, proteção contra geadas, dispersão de água processada e controle de poeira, fundando a John Deere Water, uma organização global dentro da divisão Ag & Turf da Deere & Company. Em 2008 foi à vez da T-System International, Inc. e Plastro Irrigation Systems serem adquiridas pelo grupo, com foco nos cultivos de fruticulturas, vegetais, horticultura, cultivos permanentes e grãos. Assim, a John Deere Water tornou-se uma das maiores empresas de irrigação do mundo com produtos e soluções diferenciadas.

Alguns dos sistemas de irrigação utilizados no Brasil:

- Inundação ou Superfície: A distribuição da água se dá por gravidade através da superfície do solo (EMBRAPA, 2006).

Figura 1- Exemplo de Inundação ou Superfície



Fonte: Andrade (2013, p.19)

- Sulco: De acordo com Testezlaf (2011), sulco é um sistema de irrigação por superfície que aplica a água para as plantas através de pequenos canais ou sulcos paralelos às linhas de plantio, por onde se movimenta ao longo do declive.

Figura 2 – Exemplo de Sulco



Fonte: Andrade (2013, p.20)

- Pivô Central: Consiste de uma única lateral, que gira em torno do centro de um círculo (pivô). O suprimento de água é feito através do ponto pivô, requerendo que a água seja conduzida até o centro por adutora enterrada ou que a fonte de água esteja no centro da área (EMBRAPA, 2006).

Figura 3 – Exemplo de Pivô Central



Fonte: Andrade (2013, p.22)

- Aspersão: Jatos de água lançados ao ar que caem sobre a cultura na forma de chuva (EMBRAPA, 2006).

Figura 4 – Exemplo de Aspersão



Fonte: Andrade (2013, p.23)

- Microaspersão: Conforme Testezlaf (2011), na microaspersão, os emissores operam em pequenos jatos, que são lançados no ar, viajando por uma pequena distância antes de atingir o solo. De acordo com Testezlaf apud Reinders (2000), este conceito se desenvolveu na África do Sul como solução para o problema de poeira gerada em montes de rejeitos de mineração. O mesmo autor afirma que outros aprimoramentos foram necessários para que esse método fosse aplicado na produção agrícola.

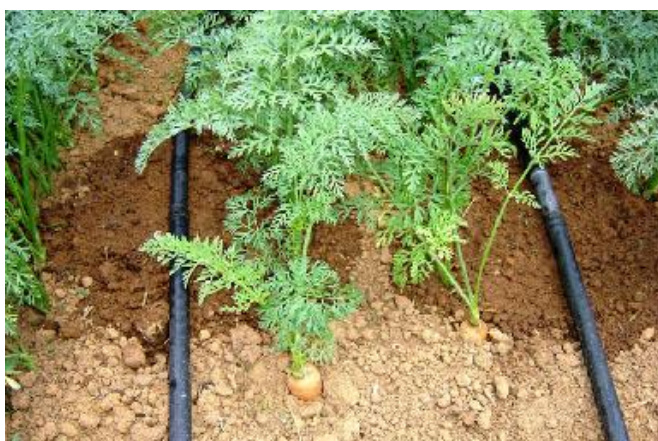
Figura 5 – Exemplo de Microaspersão



Fonte: Andrade (2013, p.24)

- Gotejamento Superficial: No sistema de gotejamento superficial, a água é aplicada de forma pontual na superfície do solo. Os gotejadores podem ser instalados sobre a linha, na linha, numa extensão da linha, ou ser manufaturados junto com o tubo da linha lateral (EMBRAPA, 2006).

Figura 6 – Exemplo de Gotejamento Superficial



Fonte: Andrade (2013, p.25)

- Gotejamento Subterrâneo: Neste sistema as linhas laterais de gotejadores ou tubos porosos são enterradas de forma a permitir a aplicação subsuperficial da água (EMBRAPA, 2006).

Figura 7 – Exemplo de Gotejamento Subterrâneo

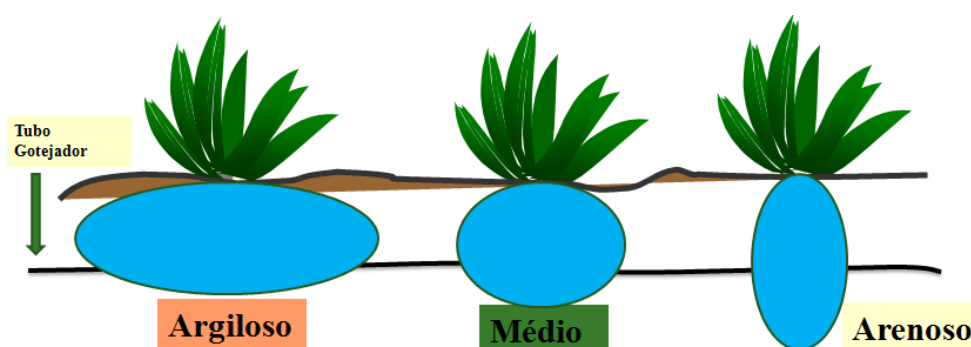


Fonte: Andrade (2013, p.31)

A irrigação por gotejamento subterrâneo é o método mais eficaz para levar nutriente até a zona de absorção da planta. A rápida absorção de nutrientes através das raízes é possível devido ao bom equilíbrio entre a água e o ar disponível na zona radicular. Atualmente a energia elétrica é o maior percentual do custo operacional de sistema de irrigação, no entanto o sistema por gotejamento pode economizar até 50% de potência em relação a outros sistemas.

O espaçamento entre os gotejadores depende da cultura e do solo.

Figura 8 - Exemplo de formação do bulbo de molhamento de acordo com o tipo de solo

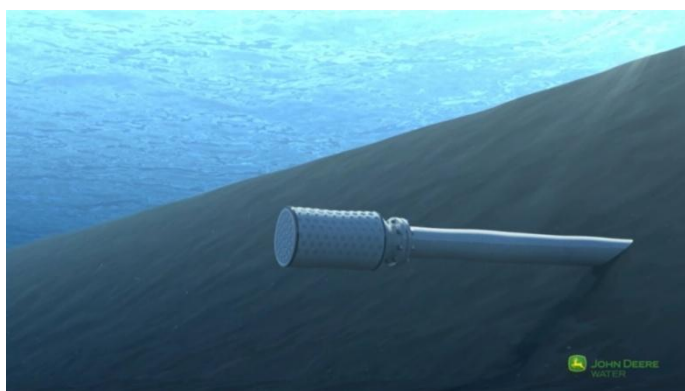


Fonte: Andrade (2013, p.37)

O sistema de irrigação subterrâneo por gotejamento John Deere Water inicia-se com uma fonte de água (Figura 9) que através de uma tubulação alimenta uma bomba que promove a pressurização do sistema (Figura 10). A água passa por um sistema de filtragem (Figura 11) e posteriormente por um analisador que dilui os nutrientes na água (Figura 12), tornando muito mais eficaz para a nutrição da planta e aumentando significativamente a produção de alimentos de uma mesma área.

A Figura 9 demonstra a forma de captação da água através da tubulação instalada.

Figura 9 - Captação da água



Fonte: Video John Deere - Irrigation System for open field SDI, 2012, 3 min.

A Figura 10 ilustra a bomba responsável pela pressurização do sistema.

Figura 10 - Pressurização do Sistema



Fonte: Video John Deere - Irrigation System for open field SDI, 2012, 3 min.

Na Figura 11, os tanques utilizados para filtração da água.

Figura 11 - Sistema de Filtragem



Fonte: Video John Deere - Irrigation System for open field SDI, 2012, 3 min.

A seguir, o analisador utilizado para diluir os nutrientes na água.

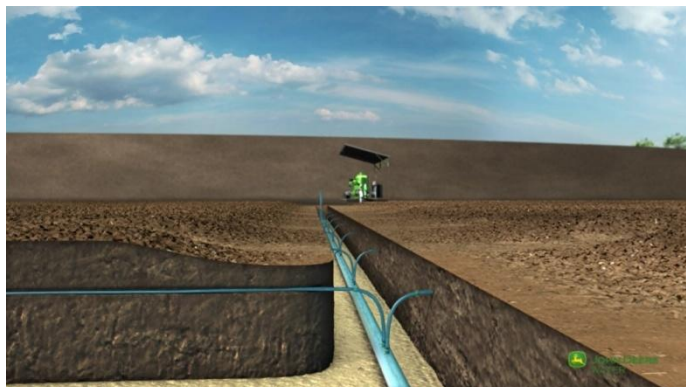
Figura 12 – Analisador



Fonte: Video John Deere - Irrigation System for open field SDI, 2012, 3 min.

Esse sistema é conectado a uma tubulação principal que entrega a água para os demais ramais (Figura 13).

Figura 13 - Tubulação Principal conectada aos Ramais



Fonte: Vídeo John Deere - Irrigation System for open field SDI, 2012, 3 min.

Cada seção possui uma válvula que controla o sistema (Figura 14).

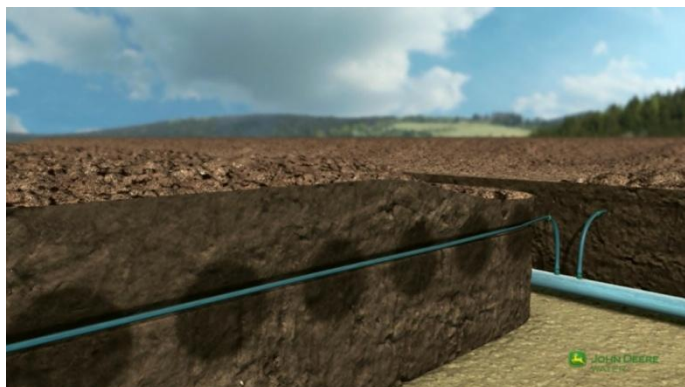
Figura 14 - Válvula de Controle da Seção



Fonte: Vídeo John Deere - Irrigation System for open field SDI, 2012, 3 min.

Essa válvula permite que a irrigação seja uniforme e de acordo com a necessidade de cada etapa de crescimento da planta (Figura 15).

Figura 15 – Irrigação



Fonte: Video John Deere - Irrigation System for open field SDI, 2012, 3 min.

Quanto as principais características do sistema de irrigação subterrânea, cita-se:

- baixo consumo de energia;
- uso mais eficiente da água;
- nenhuma influência do vento na distribuição da água;
- evita a perda de água por evaporação ou transbordo;
- melhor uniformidade da irrigação;
- adapta-se facilmente às pequenas e estranhas formas de talhões;
- possibilidade de melhor controle da irrigação;
- otimiza a nutrição das plantas, os nutrientes pela água da irrigação são aplicados diretamente a raiz da planta;
- minimiza o crescimento de ervas daninhas, pois o sistema produz superfície seca do solo e reduz a germinação de plantas daninhas.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 Metodologia

Neste Capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos do estudo desenvolvido.

4.2 Caracterização da Pesquisa

Este trabalho tem como método de abordagem o método indutivo.

Cuja aproximação dos fenômenos caminha geralmente para planos cada vez mais abrangentes, indo das constatações mais particulares às leis e teorias (conexão ascendente) (LAKATOS, 2009, P. 110).

O procedimento adotado foi de um estudo de caso, definido como “[...] estudos dos eventos em seu contexto de vida real” (YIN, 2010, p. 110).

Tendo em vista que os estudos de casos envolvem descrição e explicação (GIL, 2009, p. 54), de forma a “[...] explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos”, o trabalho, ora apresentado, fica assim classificado como um estudo de caso avaliativo.

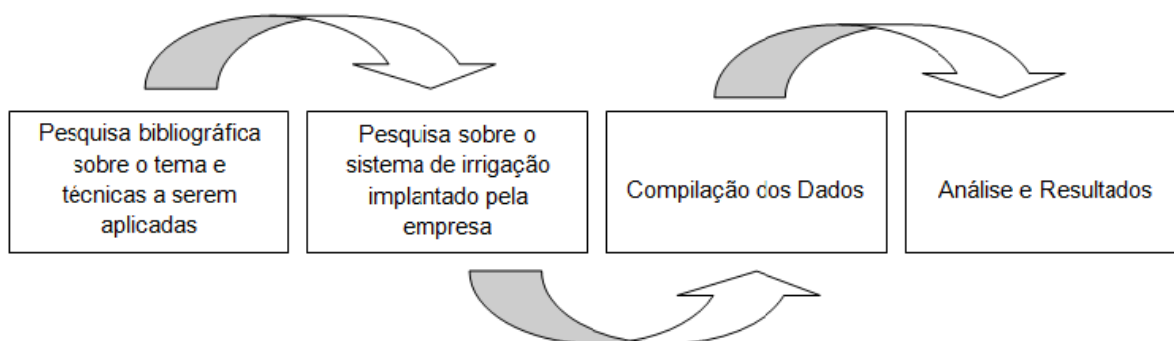
4.3 Delimitações da Pesquisa

Este estudo será elaborado com base: a) no resultado do estudo de viabilidade técnica efetuado pelo Engenheiro Agrônomo responsável pela Agropecuária Pilecco Ltda; b) entrevista junto aos profissionais e técnicos envolvidos na instalação do sistema, c) coleta dos dados relativos aos custos de aquisição e instalação do sistema; d) análise dos resultados do estudo técnico a fim de projetar seus custos; e) visitas a lavoura onde o sistema foi instalado.

Após a coleta dos dados, foi realizada uma análise a fim de apurar os resultados da implantação do sistema.

4.4 Etapas da Pesquisa

Figura 16 - Fluxo da Pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor

4.5 Coleta de Dados

Para levantamento dos dados foram verificadas notas fiscais de compra, contratos e demais documentos relacionados ao investimento. Para isso foram necessárias visitas junto ao departamento contábil da empresa.

A amostra utilizada como base para este estudo foi o experimento John Deere Water – Arroz, realizado na localidade do Capivari, em Alegrete/RS, numa área de 0,92 hectares, com instalação iniciada em 27 de julho de 2012 e colheita em 26 de março de 2013.

4.6 Tratamento e Análise dos Dados

Na sequência estão apresentadas as técnicas que foram utilizadas para tratamento dos dados.

4.6.1 Fluxo de caixa

Para determinação do mérito do projeto foram aplicados métodos de análise com base no fluxo de caixa convencional do projetado, composto por:

- Investimento Inicial;
- Entradas e Saídas Operacionais;
- Valor Residual.

Para Carmona (2009), o fluxo de caixa de um projeto não se resume apenas nas receitas geradas, é preciso considerar também o investimento pré-operacional, ou seja, tudo que acontece antes do projeto gerar receitas. De acordo com o mesmo autor, o investimento inicial é composto pelo valor do equipamento novo e seu custo de instalação, valor da venda do equipamento velho após o imposto de renda e da variação no capital circulante líquido. Buarque (1984) considera investimentos, os custos realizados antes da empresa gerar receitas. O mesmo autor considera a determinação dos investimentos necessários ao projeto, como um aspecto fundamental, pois este está diretamente ligado à definição da viabilidade ou não do negócio.

Se a rentabilidade do projeto é o que determina a sua viabilidade, o cálculo das receitas e dos custos é o ponto culminante do estudo do projeto, pois a rentabilidade é uma função direta dessas duas partes (BUARQUE, 1984, p. 29).

Conforme Carmona (2009), as receitas ou entradas operacionais são compostas de recursos provenientes da atividade operacional, geralmente gerada pelo faturamento líquido e as saídas operacionais são provenientes de custos operacionais de fabricação, mão de obra entre outros da atividade. Para Buarque (1984, p.29), “o cálculo dos custos operacionais é uma das mais importantes e detalhadas etapas do projeto. A estrutura destes depende de todas as outras etapas e ao mesmo tempo tem influência sobre muitas dessas partes”. E o valor residual corresponde ao valor do projeto no último ano do período de análise, ou seja, é o valor líquido que a empresa terá após o encerramento do projeto.

4.6.2 Teste de Hipóteses

A fim de orientar no processo de investigação, este trabalho tem duas hipóteses por dedução de resultados, H_0 ou H_1 :

- H_0 a implantação do sistema é viável economicamente;
- H_1 a implantação do sistema não é viável economicamente.

Para isso foram utilizadas algumas técnicas de análise financeira tais como: Taxa Mínima de Atratividade (TMA), Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE), Tempo de Retorno do Investimento Inicial (Payback) e Análise de Sensibilidade e de Cenários.

4.6.3 Simulação de Monte Carlo

Para Samanez (2007), a Técnica Simulação de Monte Carlo é uma ferramenta que simula probabilidades e caminhos para evolução de um fenômeno, até encontrar-se uma aproximação satisfatória que o explique. Costuma ser usado nos casos que não dispõe de expressão, fórmula ou equação matemática que expresse o fenômeno. Portanto, é indicada para lidar com avaliação de carteiras de investimentos, opções reais e financeiras, gerenciamento de risco sobre a taxa de juros, medição de risco de mercado e de crédito entre outros casos.

Quando aplicada à análise de projetos de investimentos, a SMC ajuda a estimar as distribuições de probabilidade dos diferentes fatores que condicionam as decisões, tais como: tamanho do mercado, preços, investimento requerido, custos fixos e variáveis, vida útil dos equipamentos, valor residual ou de recuperação, taxa de crescimento do mercado etc (SAMANEZ, 2007, p. 130).

Ainda de acordo com o mesmo autor, a simulação de monte Carlo é útil para identificar o nível de incerteza técnica do projeto, a probabilidade de o projeto ter um retorno estimado ou valor presente líquido negativo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Informações Gerais da Propriedade e do Sistema

No Quadro 4, são apresentados os dados de identificação e especificações do local estudado.

Quadro 4 – Identificação e Especificações do Local em Estudo

Dados da Propriedade	
Localidade:	Capivari
Município:	Alegrete/RS
Região:	Fronteira Oeste
Área Total do Experimento Irrigada:	0,92 hectares
Variedade Cultivada:	Arroz Puitá
Tipos de Solo:	Argila, Areia Grossa, Areia Fina, Silte.

Fonte: Laboratório de Análise de Solos da UFRGS

O projeto experimental foi desenvolvido em uma área de 2 hectares, sendo 1,09 hectares para cultivo de Milho e 0,92 hectares para o cultivo do Arroz. Para este estudo foram considerados apenas os dados do experimento do Arroz.

Na Tabela 1 estão demonstradas as informações sobre o sistema de irrigação implantado:

Tabela 1 – Dados do Sistema de Irrigação por Gotejamento Subterrâneo

Sistema de irrigação (Marca):	John Deere Water
Cultura Aplicada:	Arroz
Modalidade:	Gotejamento Subterrâneo
Profundidade Enterrada:	0,25 metros
Espaçamento Linhas:	0,76 metros
Espaçamento Gotejadores:	0,50 metros
Vazão:	1,0 L/Hora
Taxa Aplicação:	2,63 mm/hora
Área Total Instalada no Experimento:	2 hectares
Arroz	0,92 hectares
Milho	1,08 hectares
Bomba	7,5 cv, 45m ³ /h, 44 mca

Fonte: Alvorada Sistemas Agrícolas – Concessionário Autorizado John Deere

5.2 Investimento

O valor de aquisição do Sistema de Irrigação John Deere Water é de R\$ 12.162,16 por hectare, instalado e pronto para utilização. Para fins de cálculo de projeção de resultados e análise da viabilidade econômica do negócio, foi acrescentado ao custo de aquisição o valor de R\$ 429,79 por hectare, que é o valor considerado pelo IRGA – Instituto Rio Grandense do Arroz como “custo terra (arrendamento)” na safra 2012/2013, totalizando um investimento de R\$ 12.591,95 por hectare.

5.3 Instalação do Sistema

Neste item serão demonstradas as etapas de instalação do sistema para o experimento. A instalação do experimento John Deere Water – Arroz teve início em 17 de julho de 2012 na localidade do Capivari, na cidade do Alegrete/RS e teve um tempo de instalação de 11 dias.

A Figura 17 mostra a tubulação utilizada para captação da água, o qual é alimentado por uma bomba, que promove a pressurização do sistema.

Figura 17 – Bomba de 7,5 cv, 45m³/h e 44mca



Fonte: Dados da Pesquisa

A água captada da fonte é levada até a estação de filtragem e, posteriormente, para um analisador que dilui os nutrientes na água (Figura 18).

Figura 18 – Estação de Filtragem



Fonte: Dados da Pesquisa

Para instalações das mangueiras foi utilizado um equipamento desenvolvido e montado pelo engenheiro responsável pelo experimento (Figura 19).

Figura 19 – Instalação das tubulações



Fonte: Dados da Pesquisa

A Figura 20 ilustra as valas que foram abertas para instalação da tubulação do sistema.

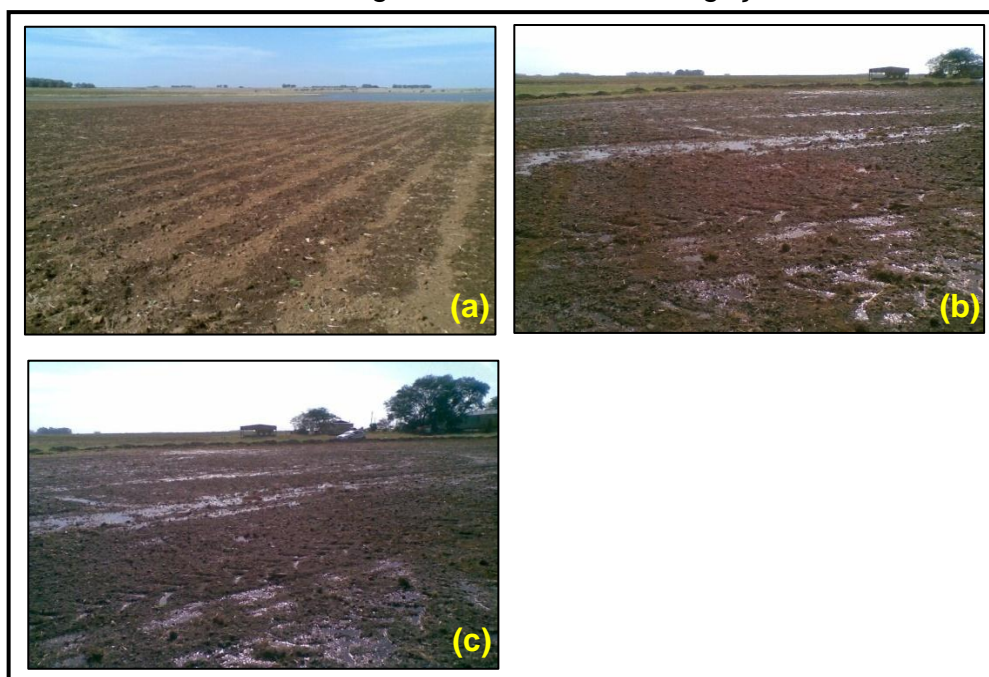
Figura 20 – Valas para instalação das tubulações



Fonte: Dados da Pesquisa

Após a instalação do sistema, iniciaram-se os testes de irrigação, conforme demonstram as etapas (a), (b), (c) da Figura 21.

Figura 21 – Testes de Irrigação



Fonte: Dados da Pesquisa

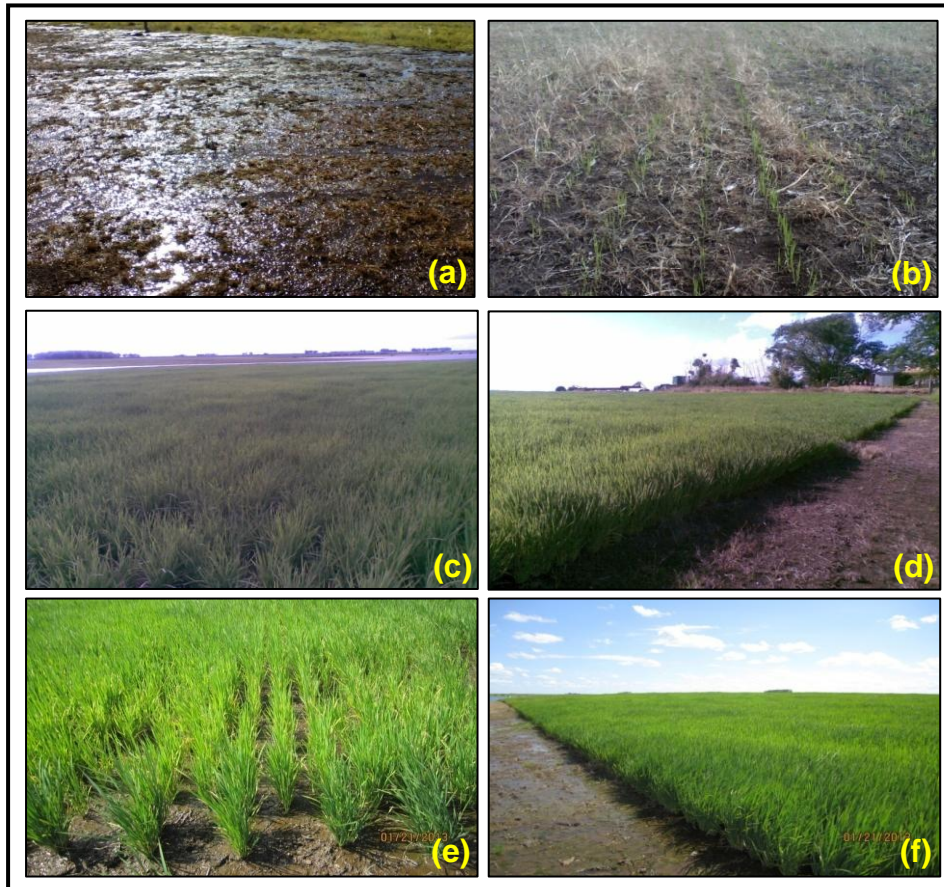
5.4 Plantio, Desenvolvimento e Colheita

A seguir será apresentado o resumo dos parâmetros utilizados no plantio:

- Arroz variedade Puitá;
- 80kg/hectare, sem adubação na linha;
- Sem adubação de base;
- 180 kg de ureia por hectare, aplicada em dosagens de 40 kg/ha via sistema de irrigação;
- NPK: 8 – 18 – 28, 300 kg/ha a lanço;
- Herbicida: Kifix, com erro de aplicação, tendo utilizado 1,4 kg/ha.

A Figura 22 apresenta as etapas do desenvolvimento da cultura após o plantio.

Figura 22 – Desenvolvimento da Cultura



Fonte: Dados da Pesquisa

A colheita do experimento ocorreu no dia 26 de março de 2013, com produtividade final de 165 sacos/ha. A irrigação foi parada 13 dias antes da colheita sendo que a última chuva ocorreu 6 dias antes. Para este experimento foi utilizada uma colheitadeira 9570 e plataforma 22 pés e o consumo final de água foi de 8.574 m³.

Após a colheita a equipe anotou como principais benefícios encontrados:

- diminuição da mão de obra;
- facilidade no controle da irrigação;
- maior uniformidade da planta quando comparado ao sistema de taipas;
- redução de “barriga branca” e gesso no grão;
- redução no custo de manejo da terra;
- facilidade/velocidade de colheita;
- possibilidade de rotação de culturas de grãos mais pastagem em um ciclo produtivo em nossa região.

O sistema por bombeamento subterrâneo utiliza canalizações que direcionam o fluxo sempre para o mesmo local, permitindo que a água seja diretamente absorvida pelo sistema radicular da planta. Conforme já descrito neste trabalho, este sistema evita a perda por evaporação ou por desvios existentes e ainda tem a possibilidade de aplicação de fertilizantes e produtos para controle de pragas através das canalizações, evitando, assim, desperdícios.

A Tabela 2 contém dados comparativos entre o sistema tradicional por lâmina d'água e por bombeamento subterrâneo, obtidos na área experimental.

Tabela 2 – Dados Comparativos dos Sistemas de Irrigação

Parâmetro	Sistema Lâmina D'água	Sistema por bombeamento subterrâneo
Potencia instalada (kW)	128,7	91,9
Tempo de bombeamento (h)	126	21
Consumo de Água (m ³ /ha.ano)	14.000	9.000
Consumo Total de energia elétrica (kWh)	16.216,2	1.929,9
Consumo de energia elétrica (kwh/ha)	109,6	13,0
Consumo de diesel (litros/ha)	90	15
Produtividade (kg/ha)	7.500	8.250

Fonte: Dados da Pesquisa

Após a conclusão do projeto experimental foi possível fazer a estimativa das melhorias para a implantação do sistema em 148 hectares.

Com base na Tabela 2, pode-se observar que o experimento realizado com o sistema de irrigação por gotejamento subterrâneo apresentou um aumento na produtividade de 750 kg/ha, passando de 7.500 kg/ha para 8.250 kg/ha. Essa variação positiva na produtividade do experimento vem a totalizar 111 toneladas a mais na produtividade para os 148 ha.

O consumo de água, energia elétrica e diesel apresentaram uma significativa redução. A irrigação por sistema de bombeamento subterrâneo proporcionou uma economia de aproximadamente 5.000 m³/ha de água, o que vem a totalizar 740.000 m³ a menos de consumo para o projeto de 148 ha. Além disso, o sistema reduziu o consumo de energia elétrica e de óleo diesel em 88,14% e 83,33%, respectivamente. A ampliação deste projeto resultará em 11.100 litros a menos de consumo de óleo diesel comparado ao sistema tradicional por lâmina d'água.

5.5 Custos de Produção da Atividade Rural pelo Método Tradicional de Lâmina d'água

A Tabela 3 apresenta o custo detalhado da produção por hectare, irrigada pelo sistema tradicional por lâmina d'água, safra 2012/2013 da Agropecuária Pilecco Ltda. Este servirá como base para comparação dos custos de produção da lavoura, após a instalação do Sistema de Irrigação John Deere Water.

Tabela 3 – Custo de Produção por Hectare pelo sistema tradicional

Itens do Custo	R\$/hectare	Sacos/hectare	Participação %
Despesas de Custeio da Lavoura			
Aubos e Fertilizantes	571,85	16,29	14,37%
Defensivos Agrícolas	572,12	16,30	14,38%
Sementes e Mudanças	243,71	6,94	6,12%
Serviço de Aplicação dos Insumos	176,37	5,02	4,43%
Combustível e Lubrificante	219,93	6,27	5,53%
Energia Elétrica	91,59	2,61	2,30%
Frete	3,56	0,10	0,09%
Manutenção das instalações	42,53	1,21	1,07%
manutenção de Tratores e Máquinas	175,88	5,01	4,42%
Manutenção de Veículos	47,73	1,36	1,20%
Material Auxiliar	28,85	0,82	0,72%
Material Elétrico	25,92	0,74	0,65%
Serviços de Terceiros	791,62	22,55	19,89%
Despesa com Seguro	26,34	0,75	0,66%
Arrendamentos	97,53	2,78	2,45%
Despesas Gerais	38,78	1,10	0,97%
Água	0,07	0,00	0,00%
Despesas Médicas	0,37	0,01	0,01%
FGTS	18,09	0,52	0,45%
Férias	57,06	1,63	1,43%
Previdência Social	36,77	1,05	0,92%
Salários e Ordenados	311,50	8,87	7,83%
Rescisão de Contrato	3,50	0,10	0,09%
13º Salário	18,03	0,51	0,45%
Contribuição Sindical	1,47	0,04	0,04%
Cesta Alimentícia	3,17	0,09	0,08%
Custos Variáveis	3.604,34	102,69	90,56%
Depreciação	375,57	10,70	9,44%
Custo Fixo	375,57	10,70	9,44%
Custo total	3.979,91	113,39	100,00%

Fonte: Dados da Pesquisa

5.6 Custos de Produção da Atividade Rural pelo Novo Sistema de Irrigação por Gotejamento

Com base nas informações comparativas da Tabela 2, foi elaborada uma tabela de custos detalhada por hectare. Com isso pode-se perceber uma redução dos custos de aproximadamente 9,33% após a instalação do novo sistema.

Na tabela 4, está demonstrada a planilha detalhada dos custos por hectare após a implantação do sistema por gotejamento subterrâneo.

Tabela 4 – Custo de Produção por Hectare pelo Sistema de Irrigação por Gotejamento

Itens do Custo	R\$/hectare	Sacos/hectare	Participação %
Despesas de Custeio da Lavoura			
Azubos e Fertilizantes	543,26	15,48	15,05%
Defensivos Agrícolas	543,51	15,48	15,06%
Sementes e Mudas	243,71	6,94	6,75%
Serviço de Aplicação dos Insumos	167,55	4,77	4,64%
Combustível e Lubrificante	36,66	1,04	1,02%
Energia Elétrica	10,86	0,31	0,30%
Fretes	3,56	0,10	0,10%
Manutenção das instalações	42,53	1,21	1,18%
manutenção de Tratores e Máquinas	175,88	5,01	4,87%
Manutenção de Veículos	47,73	1,36	1,32%
Material Auxiliar	28,85	0,82	0,80%
Material Elétrico	25,92	0,74	0,72%
Serviços de Terceiros	791,62	22,55	21,94%
Despesa com Seguro	26,34	0,75	0,73%
Arrendamentos	97,53	2,78	2,70%
Despesas Gerais	38,78	1,10	1,07%
Água	0,05	0,00	0,00%
Despesas Médicas	0,37	0,01	0,01%
FGTS	17,19	0,49	0,48%
Férias	54,21	1,54	1,50%
Previdência Social	34,93	1,00	0,97%
Salários e Ordenados	295,93	8,43	8,20%
Rescisão de Contrato	3,33	0,09	0,09%
13º Salário	17,13	0,49	0,47%
Contribuição Sindical	1,40	0,04	0,04%
Cesta Alimentícia	3,01	0,09	0,08%
Custos Variáveis	3.251,82	92,64	90,11%
Depreciação	356,79	10,17	9,89%
Custo Fixo	356,7915	10,17	9,89%
Custo total	3.608,61	102,81	100,00%

Fonte: Dados da Pesquisa

5.7 Projeção dos Custos

Para projeção dos custos foi utilizado o método da Média Móvel Exponencialmente Ponderada de Primeira Ordem apurada ao Menor Erro Médio Quadrático para três cenários. Sendo um provável, um otimista e outro pessimista. O Erro Médio Quadrático foi calculado através da divisão da média quadrática $(Y - D)^2$ pelo número de elementos n da amostra.

O Cenário A é o considerado mais provável. Para isso foi calculada a Média Móvel Ponderada de cada período considerando um $\alpha = 0,300863$ o qual resultou no Menor Erro Médio Quadrático.

Tabela 5 – Cenário A: Custo Mais Provável

Período Safra	Custo de Produção Y	Custo de Produção Previsto D $\alpha = 0,300863$	$(Y - D)^2$
2007/2008	R\$ 3.206,53	R\$ 3.455,31	61.892,64
2008/2009	R\$ 4.221,62	R\$ 3.380,46	707.549,92
2009/2010	R\$ 3.955,86	R\$ 3.633,53	103.893,65
2010/2011	R\$ 3.765,45	R\$ 3.730,51	1.220,98
2011/2012	R\$ 3.887,80	R\$ 3.741,02	21.543,54
2012/2013	R\$ 3.608,61	R\$ 3.785,18	31.178,01
2013/2014	R\$ 3.785,18	R\$ 3.732,06	2.822,187466596
2014/2015	R\$ 3.732,06	R\$ 3.748,04	255,460229223
2015/2016	R\$ 3.748,04	R\$ 3.743,23	23,123881559
2016/2017	R\$ 3.743,23	R\$ 3.744,68	2,093139507
2017/2018	R\$ 3.744,68	R\$ 3.744,24	0,189467888
2018/2019	R\$ 3.744,24	R\$ 3.744,38	0,017150353
2019/2020	R\$ 3.744,38	R\$ 3.744,34	0,001552425
2020/2021	R\$ 3.744,34	R\$ 3.744,35	0,000140523
2021/2022	R\$ 3.744,35	R\$ 3.744,34	0,000012720
2022/2023	R\$ 3.744,34	R\$ 3.744,35	0,000001151
2023/2024	R\$ 3.744,35	R\$ 3.744,35	0,000000104
2024/2025	R\$ 3.744,35	R\$ 3.744,35	0,000000009

Erro Médio Quadrático: 51.687,88

Fonte: Dados da Pesquisa

O Cenário B é o considerado Pessimista. Para isso foi calculada a Média Móvel Exponencialmente Ponderada de cada período considerando um $\alpha = 0,9$.

Tabela 6 – Cenário B: Custo Pessimista

Período Safra	Custo de Produção Y	Custo de Produção Previsto D $\alpha = 0,9$	$(Y - D)^2$
2007/2008	R\$ 3.206,52	R\$ 3.455,31	61.896,46
2008/2009	R\$ 4.221,62	R\$ 3.231,40	980.537,63
2009/2010	R\$ 3.955,85	R\$ 4.122,60	27.804,86
2010/2011	R\$ 3.765,45	R\$ 3.972,52	42.879,97
2011/2012	R\$ 3.887,80	R\$ 3.786,16	10.331,20
2012/2013	R\$ 3.608,61	R\$ 3.877,64	72.374,85
2013/2014	R\$ 3.877,64	R\$ 3.635,51	58.623,63
2014/2015	R\$ 3.635,51	R\$ 3.853,42	47.485,14
2015/2016	R\$ 3.853,42	R\$ 3.657,30	38.462,96
2016/2017	R\$ 3.657,30	R\$ 3.833,81	31.155,00
2017/2018	R\$ 3.833,81	R\$ 3.674,95	25.235,551
2018/2019	R\$ 3.674,95	R\$ 3.817,93	20.440,796
2019/2020	R\$ 3.817,93	R\$ 3.689,25	16.557,045
2020/2021	R\$ 3.689,25	R\$ 3.805,06	13.411,206
2021/2022	R\$ 3.805,06	R\$ 3.700,83	10.863,077
2022/2023	R\$ 3.700,83	R\$ 3.794,64	8.799,093
2023/2024	R\$ 3.794,64	R\$ 3.710,21	7.127,265
2024/2025	R\$ 3.710,21	R\$ 3.786,19	5.773,085

Erro Médio Quadrático: 82.208,82

Fonte: Dados da Pesquisa

O Cenário C é o considerado Otimista. Para isso foi calculada a Média Móvel Exponencialmente Ponderada de cada período considerando um $\alpha = 0,2$.

Tabela 7 – Cenário C: Custo Otimista

Período Safra	Custo de Produção Y		Custo de Produção Previsto D $\alpha = 0,2$		$(Y - D)^2$
2007/2008	R\$	3.206,52	R\$	3.455,31	61.896,46
2008/2009	R\$	4.221,62	R\$	3.405,55	665.966,98
2009/2010	R\$	3.955,85	R\$	3.568,77	149.834,33
2010/2011	R\$	3.765,45	R\$	3.646,18	14.224,74
2011/2012	R\$	3.887,80	R\$	3.670,04	47.421,17
2012/2013	R\$	3.608,61	R\$	3.713,59	11.020,55
2013/2014	R\$	3.713,59	R\$	3.692,59	440,8218304793170000
2014/2015	R\$	3.692,59	R\$	3.696,79	17,6328732191734000
2015/2016	R\$	3.696,79	R\$	3.695,95	0,7053149287672430
2016/2017	R\$	3.695,95	R\$	3.696,12	0,0282125971506897
2017/2018	R\$	3.696,12	R\$	3.696,09	0,0011285038860398
2018/2019	R\$	3.696,09	R\$	3.696,09	0,0000451401554404
2019/2020	R\$	3.696,09	R\$	3.696,09	0,0000018056062174
2020/2021	R\$	3.696,09	R\$	3.696,09	0,0000000722242488
2021/2022	R\$	3.696,09	R\$	3.696,09	0,0000000028889700
2022/2023	R\$	3.696,09	R\$	3.696,09	0,0000000001155588
2023/2024	R\$	3.696,09	R\$	3.696,09	0,000000000046224
2024/2025	R\$	3.696,09	R\$	3.696,09	0,0000000000001849

Erro Médio Quadrático: 52.823,52

Fonte: Dados da Pesquisa

5.8 Projeção da Produtividade

Para projeção de produtividade foi utilizado o mesmo método da Média Móvel Exponencialmente Ponderada de Primeira Ordem apurada ao Menor Erro Médio Quadrático, considerando três cenários. Provável, otimista e pessimista. O Erro Médio Quadrático foi calculado através da divisão da média quadrática $(Y - D)^2$ pelo número de elementos n da amostra.

O Cenário A é o considerado mais provável. Para isso foi calculada a Média Móvel Exponencialmente Ponderada de cada período considerando um $\alpha = 0,74313101$ o qual resultou no Menor Erro Médio Quadrático.

Tabela 8 – Cenário A: Produtividade Provável

Período Safra	Produtividade Y	Produtividade Prevista D $\alpha = 0,74313101$	$(Y - D)^2$
2000/2001	113	113	-
2001/2002	109	113	16,00000
2002/2003	99	110	121,60523
2003/2004	122	102	406,72335
2004/2005	123	117	38,19704
2005/2006	134	121	158,44633
2006/2007	138	131	52,32136
2007/2008	141	136	23,60039
2008/2009	146	140	39,03595
2009/2010	129	144	237,00955
2010/2011	153	133	388,69986
2011/2012	165	148	302,56145
2012/2013	176	161	244,23609
2013/2014	161	172	134,87784
2014/2015	172	164	74,48544
2015/2016	164	170	41,13411
2016/2017	170	165	22,71606
2017/2018	165	169	12,54480
2018/2019	169	166	6,92779
2019/2020	166	168	3,82583
2020/2021	168	167	2,11279
2021/2022	167	168	1,16677
2022/2023	168	167	0,64434
2023/2024	167	167	0,35583
2024/2025	167	167	0,19651
Erro Médio Quadrático:			93,18

Fonte: Dados da Pesquisa

O Cenário B é o considerado Pessimista. Para isso foi calculada a Média Móvel Exponencialmente Ponderada de cada período considerando um $\alpha = 0,2$.

Tabela 9 – Cenário B: Produtividade Pessimista

Período Safra	Produtividade Y	Produtividade Prevista D $\alpha = 0,2$	$(Y - D)^2$
2000/2001	113	113	-
2001/2002	109	113	16,00
2002/2003	99	112	174,24
2003/2004	122	110	154,75
2004/2005	123	112	119,95
2005/2006	134	114	390,52
2006/2007	138	118	392,41
2007/2008	141	122	355,23
2008/2009	146	126	403,12
2009/2010	129	130	0,88
2010/2011	153	130	525,32
2011/2012	165	134	940,40
2012/2013	176	140	1.273,97
2013/2014	140	148	50,96
2014/2015	148	146	2,04
2015/2016	146	146	0,08
2016/2017	146	146	0,00
2017/2018	146	146	0,00
2018/2019	146	146	0,00
2019/2020	146	146	0,00
2020/2021	146	146	0,00
2021/2022	146	146	0,00
2022/2023	146	146	0,00
2023/2024	146	146	0,00
2024/2025	146	146	0,00
Erro Médio Quadrático:			191,99

Fonte: Dados da Pesquisa

O Cenário C é o considerado Otimista. Para isso foi calculada a Média Móvel Exponencialmente Ponderada de cada período considerando um $\alpha = 1$.

Tabela 10 – Cenário C: Produtividade Otimista

Período Safr	Produtividade Y	Produtividade Prevista D $\alpha = 1$	$(Y - D)^2$
2000/2001	113	113	-
2001/2002	109	113	16,00
2002/2003	99	109	100,00
2003/2004	122	99	529,00
2004/2005	123	122	1,00
2005/2006	134	123	121,00
2006/2007	138	134	16,00
2007/2008	141	138	9,00
2008/2009	146	141	25,00
2009/2010	129	146	289,00
2010/2011	153	129	560,27
2011/2012	165	153	152,03
2012/2013	176	165	124,55
2013/2014	165	176	124,55
2014/2015	176	165	124,55
2015/2016	165	176	124,55
2016/2017	176	165	124,55
2017/2018	165	176	124,55
2018/2019	176	165	124,55
2019/2020	165	176	124,55
2020/2021	176	165	124,55
2021/2022	165	176	124,55
2022/2023	176	165	124,55
2023/2024	165	176	124,55
2024/2025	176	165	124,55
Erro Médio Quadrático:			137,50

Fonte: Dados da Pesquisa

5.9 Projeção Preço do Arroz – Saca 50kg

Para projeção do preço do arroz saca 50kg, foi utilizado o mesmo método da Média Móvel Exponencialmente Ponderada de Primeira Ordem apurada ao Menor Erro Médio Quadrático, considerando três cenários. Provável, otimista e pessimista. O Erro Médio Quadrático foi calculado através da divisão da média quadrática $(Y - D)^2$ pelo número de elementos n da amostra.

O Cenário A é o considerado mais provável. Para isso foi calculada a Média Móvel Exponencialmente Ponderada de cada período considerando um $\alpha = 0,753798237$ o qual resultou no Menor Erro Médio Quadrático.

Tabela 11 – Cenário A: Projeção Provável do Preço do Arroz

Período Safr	Preço Médio Y	Preço Previsto D $\alpha = 0,753798237$	$(Y - D)^2$
2000/2001	15,67	15,67	-
2001/2002	20,07	15,67	19,33068
2002/2003	32,50	18,99	182,69939
2003/2004	31,36	29,17	4,76106
2004/2005	21,10	30,82	94,56508
2005/2006	20,23	23,49	10,60053
2006/2007	21,23	21,03	0,03708
2007/2008	30,32	21,18	83,52275
2008/2009	27,78	28,07	0,08310
2009/2010	27,09	27,85	0,58417
2010/2011	35,52	27,28	67,96891
2011/2012	33,62	33,49	0,01684
2012/2013	37,63	33,59	16,33735
2013/2014	33,59	36,63	9,28308
2014/2015	36,63	34,34	5,27475
2015/2016	34,34	36,07	2,99718
2016/2017	36,07	34,76	1,70303
2017/2018	34,76	35,75	0,96768
2018/2019	35,75	35,01	0,54985
2019/2020	35,01	35,57	0,31243
2020/2021	35,57	35,14	0,17753
2021/2022	35,14	35,46	0,10087
2022/2023	35,46	35,22	0,05732
2023/2024	35,22	35,40	0,03257
2024/2025	35,40	35,27	0,01851
Erro Médio Quadrático:			20,08

Fonte: Dados da Pesquisa

O Cenário B é o considerado Pessimista. Para isso foi calculada a Média Móvel Exponencialmente Ponderada de cada período considerando um $\alpha = 0,2$.

Tabela 12 – Cenário B: Projeção Pessimista do Preço do Arroz

Período Safr	Preço Médio Y	Preço Previsto D $\alpha = 0,2$	$(Y - D)^2$
2000/2001	15,67	15,67	-
2001/2002	20,07	15,67	19,3306777777780000
2002/2003	32,50	19,19	177,2492822500000000
2003/2004	31,36	29,84	2,30088448444445000
2004/2005	21,10	31,05	99,16760611271110000
2005/2006	20,23	23,09	8,14146545784176000
2006/2007	21,23	20,80	0,17935360520255500
2007/2008	30,32	21,14	84,20571107398610000
2008/2009	27,78	28,48	0,49429327360833300
2009/2010	27,09	27,92	0,69546479763945300
2010/2011	35,52	27,25	68,32197727574680000
2011/2012	33,62	33,87	0,06093877975093550
2012/2013	37,63	33,67	15,68657761942470000
2013/2014	33,67	36,84	10,03940967643180000
2014/2015	36,84	34,30	6,42522219291632000
2015/2016	34,30	36,33	4,11214220346645000
2016/2017	36,33	34,71	2,63177101021854000
2017/2018	34,71	36,01	1,68433344653986000
2018/2019	36,01	34,97	1,07797340578550000
2019/2020	34,97	35,80	0,68990297970272500
2020/2021	35,80	35,13	0,44153790700974000
2021/2022	35,13	35,67	0,28258426048623200
2022/2023	35,67	35,24	0,18085392671119100
2023/2024	35,24	35,58	0,11574651309516200
2024/2025	35,58	35,31	0,07407776838090390
Erro Médio Quadrático:			20,14

Fonte: Dados da Pesquisa

O Cenário C é o considerado Otimista. Para isso foi calculada a Média Móvel Exponencialmente Ponderada de cada período considerando um $\alpha = 0,9$.

Tabela 13 – Cenário C: Projeção Otimista do Preço do Arroz

Período Safra	Preço Médio Y	Preço Previsto D $\alpha = 0,9$	$(Y - D)^2$
2000/2001	15,67	15,67	-
2001/2002	20,07	15,67	19,33
2002/2003	32,50	19,63	165,74
2003/2004	31,36	31,22	0,02
2004/2005	21,10	31,34	105,01
2005/2006	20,23	22,12	3,56
2006/2007	21,23	20,42	0,65
2007/2008	30,32	21,15	84,13
2008/2009	27,78	29,40	2,63
2009/2010	27,09	27,94	0,73
2010/2011	35,52	27,17	69,67
2011/2012	33,62	34,69	1,13
2012/2013	37,63	33,73	15,24
2013/2014	33,73	37,24	12,34
2014/2015	37,24	34,08	10,00
2015/2016	34,08	36,92	8,10
2016/2017	36,92	34,36	6,56
2017/2018	34,36	36,67	5,31
2018/2019	36,67	34,59	4,30
2019/2020	34,59	36,46	3,49
2020/2021	36,46	34,78	2,82
2021/2022	34,78	36,29	2,29
2022/2023	36,29	34,93	1,85
2023/2024	34,93	36,16	1,50
2024/2025	36,16	35,05	1,22
Erro Médio Quadrático:			21,10

Fonte: Dados da Pesquisa

5.10 Análise de Cenários

Com base nas informações projetadas anteriormente - custo, preço e produtividade - pode-se criar um fluxo de caixa descontado a valor presente para cada cenário do investimento dos 148 hectares necessários. Para calcular o fluxo de caixa ao Valor Presente Líquido foi considerado uma Taxa Mínima de Atratividade de 6,2%. Taxa média, em 2013, para investimentos acima de 100 mil reais em Certificado de Depósito Bancário (CDB).

Nas tabelas seguintes serão apresentados os fluxos de caixa, projetados para os três cenários mais o valor presente líquido apurado.

Tabela 14 – Cenário A: Fluxo de Caixa do Investimento (Provável)

n	Fator	Investimento	Receitas	Custos	Valor Presente
0	1,0000000	-1.863.608,60	0,00	0,00	-1.863.608,60
1	0,9416196	0,00	878.876,43	-520.098,58	-1.504.830,75
2	0,8866474	0,00	736.797,18	-491.832,37	-1.259.865,94
3	0,8348846	0,00	757.345,60	-462.524,81	-965.045,15
4	0,7861437	0,00	668.052,01	-435.690,75	-732.683,89
5	0,7402483	0,00	660.722,27	-410.207,26	-482.168,88
6	0,6970323	0,00	599.738,68	-386.272,70	-268.702,91
7	0,6563393	0,00	580.500,17	-363.718,11	-51.920,85
8	0,6180219	0,00	535.462,25	-342.485,18	141.056,22
9	0,5819415	0,00	512.057,40	-322.490,45	330.623,17
10	0,5479675	0,00	476.615,15	-303.663,41	503.574,92
11	0,5159770	0,00	452.702,30	-285.935,39	670.341,83
12	0,4858540	0,00	423.511,25	-269.242,37	824.610,71
TOTAIS ----->		-1.863.608,60	7.282.380,70	-4.594.161,39	824.610,71

Fonte: Dados da Pesquisa

Com base no fluxo de caixa do Cenário A apresentado, considerado a mais provável, pode-se perceber que este é um projeto com mérito positivo apenas se o investidor estiver disposto a recuperar o investimento após oito períodos de safra. Caso contrário, este não é um projeto viável comparado ao custo de oportunidade estabelecido, pois terá um valor presente negativo.

Tabela 15 - Cenário B: Fluxo de Caixa do Investimento (Pessimista)

n	Fator	Investimento	Receitas	Custos	Valor Presente
0	1,0000000	-1.863.608,60	0,00	0,00	-1.863.608,60
1	0,9416196		757.766,23	-506.643,94	-1.612.486,31
2	0,8866474		658.003,26	-505.660,95	-1.460.144,00
3	0,8348846		657.497,87	-451.907,12	-1.254.553,25
4	0,7861437		591.237,19	-446.061,15	-1.109.377,21
5	0,7402483		577.582,36	-402.616,06	-934.410,91
6	0,6970323		528.172,20	-393.860,20	-800.098,90
7	0,6563393		509.152,19	-358.367,30	-649.314,00
8	0,6180219		470.528,44	-348.038,19	-526.823,75
9	0,5819415		449.762,38	-318.742,86	-395.804,23
10	0,5479675		418.455,31	-307.741,91	-285.090,82
11	0,5159770		397.829,67	-283.328,87	-170.590,02
12	0,4858540		371.738,71	-272.251,52	-71.102,83
TOTAIS ----->		-1.863.608,60	6.387.725,82	-4.595.220,05	-71.102,83

Fonte: Dados da Pesquisa

No fluxo de caixa do Cenário B apresentado, considerado pessimista, pode-se perceber que o projeto é totalmente inviável, pois nem em doze períodos de safra, consegue-se atingir um valor presente superior a zero.

Tabela 16 - Cenário C: Fluxo de Caixa do Investimento (Otimista)

n	Fator	Investimento	Receitas	Custos	Valor Presente
0	1,0000000	-1.863.608,60			-1.863.608,60
1	0,9416196		914.218,75	-514.598,65	-1.463.988,50
2	0,8866474		737.851,08	-485.107,20	-1.211.244,61
3	0,8348846		803.707,46	-456.682,67	-864.219,82
4	0,7861437		659.676,71	-430.040,89	-634.583,99
5	0,7402483		707.662,43	-404.931,24	-331.852,80
6	0,6970323		588.824,06	-381.291,88	-124.320,62
7	0,6563393		623.897,29	-359.031,77	140.544,90
8	0,6180219		524.897,07	-338.071,37	327.370,60
9	0,5819415		550.627,53	-318.334,62	559.663,51
10	0,5479675		467.422,29	-299.750,12	727.335,68
11	0,5159770		486.381,55	-282.250,58	931.466,65
12	0,4858540		415.892,13	-265.772,67	1.081.586,10
TOTAIS ----->		-1.863.608,60	7.481.058,36	-4.535.863,66	1.081.586,10

Fonte: Dados da Pesquisa

No fluxo de caixa do Cenário C apresentado, considerado otimista, pode-se verificar que o projeto só é viável, se o investidor estiver disposto a aguardar 7 períodos de safra para recuperar seu investimento.

Na tabela 17 pode-se comparar a TIR – Taxa Interna de Retorno dos cenários abordados e o Payback com a TMA – Taxa Mínima de Atratividade escolhida.

Tabela 17 – TIR e Payback: Tabela Comparativa

Cenários	TMA	Payback	TIR para 8 períodos
A - Provável	6,20%	8 safras	8,12%
B - Pessimista	6,20%	> que 12 safras	- 1,70%
C - Otimista	6,20%	7 safras	10,60%

Fonte: Dados da Pesquisa

Com base nos dados dos Paybacks demonstrados, percebe-se que o projeto do Cenário “A” precisa de 8 safras para retornar seu investimento, o do Cenário “C” precisa de 7 safras e o do Cenário “B” necessita mais que 12 safras para retornar o investimento feito.

Analisando os critérios de decisão no uso da TIR, pode-se dizer que se o investidor estiver disposto a aguardar mais que oito períodos de safra, os cenários A e C são viáveis, pois ficaram com TIR superiores a TMA estipulada. Já o cenário B é inviável, pois ficou com a TIR negativa para oito períodos.

A partir dos Cenários A e C considerados “viáveis” para um prazo superior a 7 safras com base na TIR e no PAYBACK, buscou-se apurar o Valor Anual Uniforme Equivalente – VAUE para estes fluxos de caixa do investimento, afim de determinar quanto este investimento lucraria, anualmente, a mais que a aplicação financeira deste mesmo recurso a uma taxa de 6,20%, num período de 8 anos.

A Tabela 18 resume as informações dos fluxos de caixa dos cenários A e C utilizados na apuração do VAUE:

Tabela 18 – Resumo das Informações para Apuração do VAUE

Fluxo de Caixa do Investimento	Valor do Investimento	Taxa	Número Períodos	Valor Residual	Valor da Série Uniforme Anual Equivalente	VAUE
Cenário A	R\$ 1.863.608,60	6,20%	8	R\$ 141.056,22	R\$ 288.338,08	-R\$ 14.149,82
Cenário C	R\$ 1.863.608,60	6,20%	8	R\$ 327.370,60	R\$ 269.648,33	-R\$ 32.839,57

Fonte: Dados da Pesquisa

Após a apuração do VAUE, pode-se perceber que embora estes cenários sendo “viáveis” pela análise da TIR e do Payback para um período superior a 7 anos, na análise do Valor Anual Uniforme Equivalente, os Cenários A e C apresentaram um Prejuízo Anual para 8 períodos, o que torna o investimento não recomendado economicamente.

A implantação do sistema por bombeamento subterrâneo no experimento da empresa Pilecco Nobre Alimentos Ltda, proporcionou uma produção de 165 sacos por hectare, 10% a mais do que a produção pelo sistema por lâmina d’água. A partir destes dados, foi realizada uma análise utilizando a Simulação de Monte Carlo a fim de verificar a probabilidade da produção para 148 hectares ser menor que a produção do experimento em 0,92 hectares.

Inicialmente buscou-se apurar uma amostra aleatória de produtividade num intervalo de 145 a 170 sacos por hectare. Após apurou-se a média e o desvio padrão a um nível de confiança de 95%, conforme demonstra a Tabela 19.

Tabela 19 – Dados para Simulação de Monte Carlo

Média Produção – sacas/ha	Desvio Padrão	Probabilidade Produção < Média do Experimento
154,72	7,55	90,07%

Fonte: Dados da Pesquisa

Analisando as 40 observações realizadas, verificou-se que a probabilidade da produção para os 148 hectares ser menor que os 165 sacos/hectare do experimento é de 90,07%.

6 CONCLUSÕES

Com base no estudo realizado pode verificar-se que a implantação do sistema por bombeamento subterrâneo na propriedade da Agropecuária Pilecco resultou em um aumento da produtividade em 10% por hectare, o que totaliza 111 toneladas a mais na produtividade para os 148 hectares que a empresa está implantando. Pode-se notar também demais benefícios que este sistema proporciona: redução no custo de mão de obra, facilidade no controle da irrigação, redução no custo de manejo da terra e possibilidade de rotação de culturas de grãos, mais pastagens.

Com relação ao custo total de produção por hectare, o novo sistema possibilitou uma redução de 9,33%. Dentre as reduções, destaca-se o consumo de energia elétrica e óleo diesel, com economia de 88,14% e 83,33% respectivamente.

No entanto, analisando os fluxos de caixa descontado a valor presente de cada cenário, obtiveram-se os seguintes resultados:

Para o Cenário A, considerado o mais provável, com base no valor presente líquido nota-se que este é um projeto com mérito positivo apenas se o investidor estiver disposto a recuperar seu investimento após 8 períodos de safra. Caso contrário, este torna-se um investimento não viável economicamente.

Para o Cenário B, o considerado pessimista entre as três projeções, o investimento torna-se totalmente inviável, pois nem em 12 períodos o projeto conseguirá atingir um valor presente superior à zero.

No Cenário C, o considerado otimista, o investimento é viável assim como no Cenário A, se o investidor estiver disposto a aguardar 7 períodos de safra para recuperar o recurso investido.

Com relação à Taxa Interna de Retorno, este foi apurado para 8 períodos nos três cenários, se comportando da seguinte forma: Cenário A: 8,12%; Cenário B: (-) 1,70% e Cenário C: 10,60%.

Considerando uma Taxa Mínima de Atratividade de 6,20% - taxa média, em 2013, para investimentos acima de 100 mil reais em Certificado de Depósitos Bancários (CDB) – percebe-se que os cenários A e C são viáveis economicamente, pois apresentaram TIR maior que a TMA estipulada. Com base na TIR, o Cenário B não é viável economicamente, pois apresentou Taxa Interna de Retorno negativa.

O valor anual uniforme equivalente foi apurado e pode-se constatar que, mesmo a análise da TIR e do Payback terem indicado que o projeto A e C são viáveis economicamente para período superior a 7 anos, o VAUE demonstrou prejuízo anual para 8 períodos, o que torna o investimento não recomendado economicamente. Além disso, a Simulação de Monte Carlo demonstrou uma probabilidade de 90,07% da produtividade dos 148 hectares ser menor que a produção obtida no experimento em 0,92 hectares.

Analisando, de um modo geral, conclui-se que este é um investimento de mérito positivo para dois, dos três cenários projetados. Estes apresentaram retorno dentro do período médio para este tipo de investimento do agronegócio. No entanto, o VAUE e a Simulação de Monte Carlo, nos fazem agir com cautela na hora de aplicar um capital desse porte.

Contudo, no que se refere aos objetivos deste trabalho, pode-se afirmar que estes foram atingidos.

Após este estudo de caso, fica a sugestão de renegociação do custo de aquisição do sistema junto ao fornecedor, a fim de diminuir o risco do investimento. E a possibilidade de novas pesquisas, com enfoque na análise econômica do investimento com aplicação de rotatividade de cultura mais pastagem, a fim de obter resultados mais satisfatórios.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, João de. **Irrigação por Gotejamento Subterrâneo**. Trabalho apresentado na Festa Nacional do Milho, Minas Gerais, 2013.

ABREU FILHO, José Carlos Franco de; SOUZA, Cristóvão Pereira de; GONÇALVES, Danilo Amerio. CURY, Marcus Vinícius Quintella. **Finanças Cooperativas**. 10. Ed. Rio de Janeiro – RJ. Editora FGV, 2008.

BERNARDO, Salassier; SOARES, Antonio Alves; MANTOVANI, Everardo Chartuni. **Manual de Irrigação**. 8 ed. Viçosa/MG: UFV, 2009. Cap. 7, p. 259-358.

BOTTINI, Renata Lucia. **Arroz: história, variedades, receitas**. São Paulo/SP: Senac, 2008.

BRITO, Paulo. **Análise e viabilidade de projetos de investimentos**. 2 ed. São Paulo/SP: Atlas, 2011.

BUARQUE, Cristovam. **Avaliação Econômica de Projetos**. 24ª reimpressão. Rio de Janeiro. Elsevier, 1984.

CALBO, Adonai Gimenez. **Sistema Irrigas para manejo de irrigação: fundamentos, aplicações e desenvolvimentos**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2005.

CARMONA, Ulises de Montreunil Carmona; LIMA, Adilson Celestino de; CALLADO, Aldo Leonardo Cunha; CALLADO, Antônio André Cunha; NEVES FILHO, Geovanes Pereira das; FONTE NETO, Jayme Wanderley da; OLIVEIRA, Marcos Roberto Gois de; LUCENA, Pierre. **Finanças Corporativas e Mercados**. São Paulo – SP. Atlas, 2009.

CASAROTTO FILHO, Nelson. **Elaboração de projetos empresariais: análise estratégica, estudo de viabilidade e plano de negócio**. 1 ed. São Paulo/SP: Atlas, 2011.

CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITCKE, Bruno Hartmut. **Análise de Investimentos: Matemática Financeira, Engenharia Econômica, Tomada de Decisão, Estratégia Empresarial**. 11. Ed. São Paulo. Atlas, 2010.

DE OLIVEIRA, Aureo Silva. **Embrapa - Irrigação e recursos hídricos**. Versão Eletrônica 2004. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2000/artigo.2004-12-07.2420028288/?searchterm=irriga%C3%A7%C3%A3o>> Acesso em: 19 Set 2013.

DIEL, Marcelo et al. **Nutrientes na água para irrigação de arroz na Região Sul do Rio Grande do Sul, Brasil**. *Cienc. Rura*[online]. 2007, vol.37, n.1, pp. 102-109. ISSN 0103-8478. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782007000100017>> Acesso em: 15 Set 2013.

EMBRAPA. PEREIRA, José Almeida. **A cultura do arroz no Brasil: Subsídios para a sua história.** ISBN 85-88388-03-0. CDD: 633.18981- Embrapa Meio-Norte, 2002, 226 p. 21. Ed. Teresina – PI. Disponível em: <http://livraria.sct.embrapa.br/livresumo/s/pdf/000703_80.pdf> Acesso em: 15 Set 2013.

ESTIVALETE, Vania De Fatima Barros; MADRUGA, Lucia Rejane Rosa Gama; PEDROZO, Eugenio Avila; SILVA, Tania Nunes da. **O desafio da “rede arrozeiras do sul” diante da perspectiva de uma gestão sustentável. XLIV CONGRESSO DA SOBER “Questões Agrárias, Educação no Campo e Desenvolvimento”. Anais Eletrônicos.** Porto Alegre – RS. 2006. Disponível em: <http://ideas.repec.org/p/ags/s_obr06/148156.html> Acesso em: 19 Set 2013.

FREZATTI, Fábio. **Gestão de Viabilidade econômico-financeira dos projetos de investimento.** São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 4. Ed. – 12. Reimpr. - São Paulo: Atlas, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Estudo de Caso.** São Paulo: Atlas, 2009.

GITMAN, Lawrence Jeffrey. Tradução técnica SANVICENTE, Antônio Zoratto. **Princípios de Administração Financeira.** 10. Ed. São Paulo – SP. Pearson Addison Wesley, 2004.

HIRSCHFELD, Henrique. **Engenharia econômica e análise de custos: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores.** 7 ed. São Paulo/SP: Atlas, 2007.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola.** Rio de Janeiro/RJ, mai. 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201305.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2013.

IRGA – INSTITUTO RIO GRANDESE DO ARROZ. **Irga divulga resultados da Safra por municípios.** Porto Alegre/RS, 22 jul. 2013. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/index.php?principal=1&secao=1&id=3441>>. Acesso em: 22 jul. 2013.

IRGA – INSTITUTO RIO GRANDESE DO ARROZ. Revista Lavoura Arrozeira. **O papel do IRGA é ser protagonista no processo produtivo do setor Orizícola.** Porto Alegre/RS, Jan 2013. Disponível em: <http://issuu.com/lavouraarrozeira/docs/revista_irga_459> Acesso: 19 Set 2013.

LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos.** 7. Ed. – 3. Reimpr.- São Paulo: Atlas, 2009.

MENEZES, Valmir Gaedke; ANGHINONI, Ibanor; SILVA, Paulo Regis Ferreira da; MACEDO, Vera Regina Mussoi; PETRY, Clairton; GROHS, Daniel Santos;

FREITAS, Tais Fernanda Stella de; VALENTE, Luis Antonio de Leon. **Projeto 10 – Estratégias de Manejo para o Aumento de Produtividade e da Sustentabilidade da Lavoura de Arroz Irrigado no RS: Avanços e Novos Desafios**, Porto Alegre/RS, p. 91, 2012.

NEWNAN, Donald G.; LAVELLE, Jerome P.. **Fundamentos de Engenharia Econômica**. 1. Ed. – Rio de Janeiro, RJ. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2000.

OLIVEIRA, Dalmo. **Embrapa -Tecnologias de irrigação podem ajudar no racionamento de energia e de água na produção agrícola**. Versão Eletrônica. 2004. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2001/junho/bn.2004-11-25.5233766962/?searchterm=irriga%C3%A7%C3%A3o>> Acesso em: 19 Set 2013.

SAMANEZ, Carlos Patricio. **Gestão de investimentos e geração de valor**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

SANTOS, Cleiton Evandro dos. **Todos olham para cá**. Anuário Brasileiro do Arroz, Santa Cruz do Sul/RS, p. 12-13, 2013.

SIQUEIRA, José Ricardo Maia de. et al. **Finanças Corporativas: aspectos essenciais**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2006

TEIXEIRA DE ANDRADE, Camilo de Lelis; BRITO, Ricardo A. L. **Embrapa Milho e Sorgo: Irrigação**. Versão Eletrônica – 2ª Edição. 2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2e/d/imetodos.htm> Acesso em: 19 Jan 2014.

TESTEZLAF, Roberto. **Irrigação: Métodos, Sistemas e Aplicações**. Campinas/SP, 2011.

WOILER, Samsão; MATHIAS, Washington Franco. **Projetos: Planejamento, Elaboração e Análise**. 1 ed. São Paulo/SP: Atlas, 1996.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Tradução Ana Torell; revisão técnica Cláudio Damacena. – 4. Ed. – Porto Alegre: Bookman, 2010.