



Universidade Federal de Goiás
Escola de Agronomia
Programa de Pós-Graduação em Agronegócio
Mestrado em Agronegócio

ELUARDO DE OLIVEIRA MARQUES

**ANÁLISE DO BINÔMIO RISCO-RETORNO COMO FERRAMENTA DE APOIO À
TOMADA DE DECISÃO DO INVESTIDOR NA INTEGRAÇÃO LAVOURA-
PECUÁRIA-FLORESTA**

Goiânia
2018

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES
NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão *ou* *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: Dissertação Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

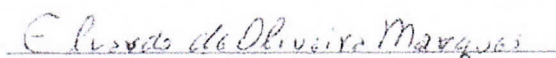
Nome completo do autor: Eluado de Oliveira Marques

Título do trabalho: ANÁLISE DO BINÔMIO RISCO-RETORNO COMO FERRAMENTA DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO DO INVESTIDOR NA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA.

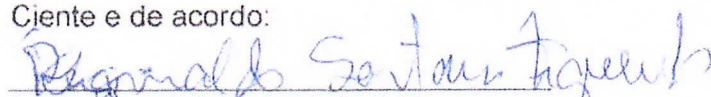
3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.


Assinatura do(a) autor(a)²

Ciente e de acordo:


Assinatura do(a) orientador(a)²

Data: 15 / 04 / 2018

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

² A assinatura deve ser escaneada.

ELUARDO DE OLIVEIRA MARQUES

**ANÁLISE DO BINÔMIO RISCO-RETORNO COMO FERRAMENTA DE APOIO À
TOMADA DE DECISÃO DO INVESTIDOR NA INTEGRAÇÃO LAVOURA-
PECUÁRIA-FLORESTA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios da Universidade Federal de Goiás (UFG), para a obtenção do título de Mestre em Agronegócios, sob a orientação do Professor Doutor Reginaldo Santana Figueiredo.

Área de concentração: Sustentabilidade e Competitividade dos Sistemas Agroindustriais.

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo Santana Figueiredo.

Goiânia
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

de Oliveira Marques, Eluado
ANÁLISE DO BINÔMIO RISCO-RETORNO COMO FERRAMENTA
DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO DO INVESTIDOR NA
INTEGRAÇÃO LAVOURA- PECUÁRIA-FLORESTA [manuscrito] /
Eluado de Oliveira Marques. - 2018.
LXVI, 66 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo Santana Figueiredo.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola
de Agronomia e Engenharia de Alimentos (EAEA), Programa de Pós
Graduação em Agronegócio, Cidade de Goiás, 2018.

Bibliografia.

Inclui siglas, abreviaturas, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista
de tabelas.

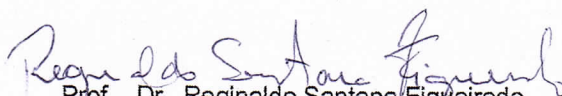
1. Sistemas integrados. 2. Tomada de decisão. 3. Produção
sustentável. I. Santana Figueiredo, Reginaldo , orient. II. Título.


CDU 631/635

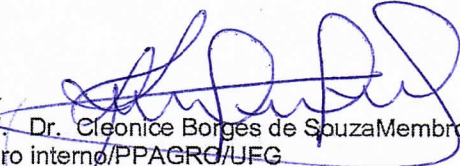


UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIO - PPAGRO

ATA DA REUNIÃO DA BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE ELUARDO DE OLIVEIRA MARQUES—Aos vinte e quatro dias do mês de março de dois mil e dezoito (24/03/2018), às 09h30min, reuniram-se os componentes da Banca Examinadora: Prof. Dr. Reginaldo Santana Figueiredo (orientador/Presidente/PPAGRO/EA/UFG), Prof. Dr. Luciano Cavalcante Muniz (membro externo/UEMA-MA) e Prof.^a Dr.^a Cleonice Borges de Souza (membro interno/PPAGRO/UFG) para, sob a presidência do primeiro, e em sessão pública realizada na Sala 09/EA/PPAGRO, procederem à avaliação da defesa de dissertação intitulada: **“ANÁLISE DO BINÔMIO RISCO-RETORNO COMO FERRAMENTA DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO DO INVESTIDOR NA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA.”**, em nível de **Mestrado**, área de concentração em **Sustentabilidade e Competitividade dos Sistemas Agroindustriais**, de autoria de **Eluardo de Oliveira Marques**, discente do Programa de Pós-Graduação em Agronegócio da Universidade Federal de Goiás. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Reginaldo Santana Figueiredo, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra a seguir, foi concedida ao autor da dissertação que, em 30 minutos procedeu à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da Banca arguiu o examinando, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. Tendo-se em vista o que consta na Resolução nº. 1075/2011 do Conselho de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura (CEPEC), que regulamenta o Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e procedidas às correções recomendadas, a dissertação foi **APROVADA** por unanimidade, sendo cumpridos os requisitos para fins de obtenção do título de **MESTRE EM AGRONEGÓCIO**, na área de concentração em **Sustentabilidade e Competitividade dos Sistemas Agroindustriais** pela Universidade Federal de Goiás. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega, na secretaria do programa, da versão definitiva da dissertação, com as devidas correções, no prazo de até 30 dias. A Banca Examinadora recomenda a publicação de artigo científico, oriundo dessa dissertação em periódicos de circulação nacional e/ou internacional depois de atendidas às modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades de pauta, às 11h00min, o presidente da mesa encerrou esta sessão de defesa de dissertação e para constar eu, Lindinalva de Oliveira Teixeira, secretária do Programa de Pós-Graduação em Agronegócio, lavrei a presente Ata que depois de lida e aprovada será assinada pelos membros da Banca Examinadora em três vias de igual teor.


Prof. Dr. Reginaldo Santana Figueiredo
Orientador-Presidente /PPAGRO/EA/UFG


Prof. Dr. Luciano Cavalcante Muniz


Prof. Dr. Cleonice Borges de Souza
Membro externo/UEMA-MA Membro interno/PPAGRO/UFG

Luciano Cavalcante Muniz
Prof.^o Adj. do Dept.^o de Economia
Rural-UEMA
Matrícula: 2217388

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à minha família, especialmente aos meus pais, por todo o esforço e por estar sempre aptos a me incentivar na busca por meus sonhos, me oferecendo todo o suporte necessário, bem como os meus irmãos e à minha namorada.

A todos os meus amigos, em especial aos do PPAGRO, que passaram por esses dois anos juntos comigo em meio a tantos desafios até a superação dessa etapa.

Agradeço também ao meu orientador Reginaldo por todo o suporte e entendimento, e por sempre se mostrar solícito e paciente ao me orientar, além de se dispor sempre a colaborar com o meu aprendizado. Agradeço também a colega de curso Kellen, por se dispor a colaborar para a conclusão do trabalho.

Aos professores membros da banca, Cleonice Souza e Luciano Muniz por todas as colaborações e sugestões para a melhoria do trabalho.

A todos os professores do PPAGRO que me aconselharam e foram verdadeiros orientadores durante esta etapa da minha trajetória acadêmica, contribuindo para a minha formação pessoal e profissional. Bem como a todos os funcionários com os quais convivi diariamente no Programa.

RESUMO

O setor do agronegócio que é responsável por contribuição significativa para o superávit da balança comercial brasileira, apresenta algumas especificidades como o alto grau de risco associado à produção. Com isso, é evidente a necessidade por estudos que visam maximizar a utilização de recursos físicos e financeiros, para que o produtor possa obter cada vez melhores retornos econômicos na atividade agropecuária. Os sistemas integrados de produção se configuram como uma alternativa para os produtores, visto que ao diversificar a produção agropecuária em uma mesma área, através da rotação e consórcio, eles aumentam suas chances de maiores retornos e minimizam o efeito de possíveis prejuízos relativos a quebras de safra, por exemplo. Foram utilizados dados secundários, séries históricas de preços e custos de produção para cada uma das atividades estudadas, disponibilizados pela Federação de Agricultura e Pecuária do Estado de Goiás (FAEG), Instituto para o Fortalecimento da Agropecuária de Goiás (IFAG) e pelo Projeto CAMPO FUTURO desenvolvido pela Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) e Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), além de outros parceiros. A metodologia consistiu na aplicação da programação linear à luz da Teoria do Portfólio de Henry Markowitz para identificar opções sobre combinações ótimas de alocação de recursos e área em projetos de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). Os dados gerados pela aplicação da metodologia de programação linear, levaram à formação de 4 portfólios referentes às 4 atividades aqui estudadas, que apresentaram diferentes opções de combinação sobre qual proporção de áreas e qual proporção de recursos destinar a cada atividade. O portfólio 4, foi o que apresentou a melhor relação benefício custo dentre os estudados, com retorno esperado de 1,54% a um risco associado de apenas 0,15%. Esse portfólio, formado pelo eucalipto e pela bovinocultura, apresentou a seguinte proporção na distribuição, respectivamente, 85% e 15% (áreas) e 91% e 9% (recursos). Portanto, podemos inferir que a ferramenta da programação linear através da aplicação da teoria do Portfólio pode ser adotada ao se estudar projetos de integração e deve ser adaptada a cada tipo e perfil de projeto e investidor.

Palavras-chave: Sistemas integrados, Tomada de decisão, Produção sustentável.

ABSTRACT

The agribusiness sector, which is responsible for a significant contribution to the Brazilian trade balance surplus, presents some specificities such as the self-risk degree associated with production. With this, it is evident the need for studies that aim to maximize the use of physical and financial resources, so that the producer can obtain better economic returns in the agricultural activity. Integrated production systems are an alternative for producers, since by diversifying agricultural and livestock production in the same area through rotation and consortium, they increase their chances of higher returns and minimize the effect of possible losses related to crop failures. harvest, for example. Secondary data, historical series of prices and production costs for each of the activities studied were made available by the Federation of Agriculture and Livestock of the State of Goiás (FAEG), Institute for the Strengthening of Agriculture in Goiás (IFAG) FUTURE developed by the Confederation of Agriculture and Livestock of Brazil (CNA) and National Rural Apprenticeship Service (SENAR), in addition to other partners. The methodology was applied in the application of linear programming in the light of Henry Markowitz's Portfolio Theory to identify options on optimal combinations of resource allocation and area in crop-livestock-forest integration (ILPF) projects. The data generated by the application of the linear programming methodology led to the formation of 4 portfolios referring to the 4 activities studied, which presented different combination options on which proportion of areas and which proportion of resources to allocate to each activity. Portfolio 4 was the one that presented the best cost-benefit ratio among those studied, with an expected return of 1.54% at an associated risk of only 0.15%. This portfolio, made up of eucalyptus and cattle breeding, presented the following proportion in the distribution, respectively, of 85% and 15% (areas) and 91% and 9% (resources). Therefore, we can infer that the tool of linear programming through the application of the theory of Portfolio can be adopted when studying integration projects and must be adapted to each type and profile of project and investor.

Keywords: Integrated systems, Decision making, Sustainable production.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Exportações Brasileiras do Agronegócio por Setores (2017).....	21
Figura 2 - Fronteira de Eficiência de Markowitz (1952).....	35
Figura 3 - Séries históricas mensais dos retornos obtidos para as culturas do eucalipto, soja, milho e a atividade da bovinocultura, considerando o período de janeiro de 2010 a outubro de 2016.....	53
Figura 4 - Riscos e retornos esperados referentes as atividades do sistema de integração lavoura pecuária floresta.....	55
Quadro 1 – Estado de Goiás, Centro-Oeste e Brasil: Produção de grãos - 2013 - 17 (ton)	22
Quadro 2 - Artigos de revisão de literatura sobre os sistemas de ILPF	25
Quadro 3 - Artigos que avaliam a viabilidade econômica dos sistemas de ILPF.....	29
Quadro 4 - Artigos que abordam a aplicam de metodologias relacionadas a relação risco retorno, utilizando o referencial da Teoria do Portfólio, em sistemas de produção agropecuária	36
Quadro 5 - Matriz de correlação para os retornos mensais das atividades que fazem parte do sistema de integração lavou-pecuária-floresta.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Riscos e retornos esperados referentes as atividades do sistema de integração lavoura pecuária floresta	56
Tabela 2 - Apresentação dos portfólios dos sistemas de ILPF	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C	Custos
COP	Conferência das Partes
CNA	Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAEG	Federação de Agricultura e Pecuária do Estado de Goiás
FAO	Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação
FGV	Fundação Getúlio Vargas
GEEs	Gases do Efeito Estufa
IEA	Instituto de Economia Agrícola
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFAG	Instituto para o Fortalecimento da Agropecuária de Goiás
IGP-DI	Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna
IL	Índice de Lucratividade
ILP	Integração Lavoura Pecuária
ILPF	Integração Lavoura Pecuária Floresta
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
PLANO ABC	Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono
PILP	Projeto de Integração Lavoura e Pecuária
RB	Renda Bruta
RL	Renda Líquida
SENAR	Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
TIR	Taxa Interna de Retorno
VPL	Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Problema de pesquisa	16
1.2 Hipótese	17
1.3 Justificativa	17
1.4 Objetivos	19
1.4.1 Objetivo Geral	19
1.4.2 Objetivos Específicos	19
2. REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 Goiás no contexto dos sistemas de ILPF e do agronegócio	19
2.2 Integração lavoura- pecuária-floresta	22
2.2.1 Caracterização Técnica do Sistema	22
2.2.2 Resultados de estudos de natureza qualitativa sobre a ILPF, com foco em artigos de revisão de literatura.	24
2.2.3 Resultados de estudos de natureza quantitativa, com foco em artigos que abordam os sistemas integrados na esfera da viabilidade econômica.	27
2.3 Tomada de decisão e riscos na atividade agropecuária	31
2.4 Teoria do Portfólio de Henry Markowitz	33
2.5 Estacionariedade de Séries Temporais	42
3. METODOLOGIA	43
3.1 Descrição das etapas metodológicas	43
3.2 Classificação e tipo de pesquisa	43
3.3 Fonte dos dados	44
3.4 Taxa de retorno esperado	45
3.4 Volatilidade	46
3.5 Matriz de Correlação	47
3.6 Modelo de Programação Linear	47
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	53
4.1 Dados	53
4.2 Matriz de Correlação	54
4.3 Relação risco e retorno das atividades componentes do sistema	54
4.4 Portfólios Optimizados	56
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
REFERÊNCIAS	61

1. INTRODUÇÃO

A agropecuária brasileira tem um cenário promissor nos próximos anos. Segundo o estudo Brasil – Projeções do Agronegócio 2015/16 a 2025/26, a safra de grãos deverá passar de 196,5 milhões de toneladas (t) para 255,3 milhões de t neste período, com aumento de 58,8 milhões t (30%). Já a estimativa para a produção de carnes (bovina, suína e aves) é de um crescimento de 7,8 milhões de t (29,8%) na comparação com 2015/16. Entre os estados, Mato Grosso continuará sendo o principal polo agrícola do país (MAPA, 2016).

A melhor compreensão do comportamento entre os produtos e seus complexos produtivos no setor do agronegócio brasileiro é assunto cada vez mais recorrente, principalmente, ao considerarmos que no primeiro semestre de 2016 o agronegócio representou quase 49,9% de tudo que foi exportado pelo Brasil, aumento de 4% em relação ao mesmo período do ano passado. Dentre esses produtos advindos do agronegócio, os setores de carnes e grãos têm peso elevado, a carne de frango e o milho, por exemplo, sofreram aumento de 14,7% e 10,4%, respectivamente, nesse mesmo período. Sem o agronegócio, a balança comercial brasileira teria fechado o primeiro semestre de 2016 com déficit de mais de US\$ 15 bilhões.

Buainain et al., (2014) destacam que em meio a um processo no cenário global que aponta para a elevação dos preços dos alimentos, assim como o aumento populacional e de renda, levou a uma necessidade por aumentar a produção e promover ganhos de produtividade para que dessa forma haja avanços no processo de construção da segurança alimentar mundial. Segundo Kepple (2014), a segurança alimentar existe quando todas as pessoas, em todos os momentos, têm acesso físico, social e econômico a alimentos suficientes, seguros e nutritivos que satisfaçam as suas necessidades dietéticas e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável.

Em meio a esta situação, estudos da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO), apontam que para alimentar e fornecer tanto proteínas, quanto fibras e energia para mais de nove bilhões de pessoas em 2050, a produção agropecuária tem que crescer em torno de 70% (FAO, 2009).

Com essa crescente preocupação, em 2009, durante a 15ª Conferência das Partes (COP-15), realizada em Copenhague, na Dinamarca, foi iniciada uma nova fase de negociações internacionais sobre mudanças climáticas globais. O Brasil confirmou no Acordo de Copenhague e na COP-16, realizada no ano seguinte em Cancún, no México, seu compromisso

com ações voluntárias de redução de emissões de gases do efeito estufa (GEEs), e comprometeu-se com uma redução entre 36,1% a 38,9% em relação às emissões brasileiras projetadas até 2020 (BRASIL, 2012).

Como resultado dos compromissos assumidos, foi instituída a Política Nacional sobre Mudanças do Clima (PNMC), ratificada pelo artigo nº 12 da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. O cenário em que esta política foi criada é bem mais abrangente do que será considerado para esta pesquisa, pois engloba vários setores da economia brasileira, mas para fins de adequação ao tema trataremos apenas das medidas tomadas visando o setor da agricultura.

O próximo passo foi a criação do Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC), que foi inserido dentro do Plano Safra lançado todos os anos, e que conta com uma linha de crédito especial para incentivar o investimento em tecnologias sustentáveis com a adoção de boas práticas agrícolas e a integração de sistemas produtivos capazes de aumentar a produção e, com isso, abastecer o mercado interno, exportar mais, melhorar a renda e o bem-estar social e econômico do produtor e da população, além de preservar os recursos naturais e manter o equilíbrio ambiental com a consequente redução da emissão dos GEEs (BRASIL, 2012). Os investimentos para projetos dessa natureza alcançaram valores de 2,13 bilhões, com taxa de juros a 7,5% ao ano, no Plano Agrícola e Pecuário 2017/2018.

Para atingir as metas propostas pelo governo brasileiro, o Plano ABC foi estruturado em sete programas, são eles: Recuperação de Pastagens Degradadas; Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e de Sistemas Agroflorestais (SAFs); Sistema Plantio Direto (SPD); Fixação Biológica do Nitrogênio (FBN); Florestas Plantadas; Tratamento de Dejetos Animais; e Adaptação às Mudanças Climáticas. Para cada um é proposta a adoção de uma série de ações e medidas que visam a capacitação e fortalecimento de todos os atores que fazem parte dessa rede de colaboração. Essas medidas vão desde oferecer incentivos econômicos e financiamento aos produtores a atividades de capacitação e preparação do pessoal ligado à capacitação e difusão dessas tecnologias (BRASIL, 2012).

A Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) é uma estratégia de produção sustentável cujo objetivo é integrar em uma mesma área atividades agrícolas e pecuárias, cultivadas de forma consorciada, em sucessão ou rotacionada, sempre buscando efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, aliando adequação ambiental com a valorização do homem (BRASIL, 2012). Para a implantação de projetos de ILP, é possível utilizar recursos do Programa Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Programa ABC), que

tinha como uma de suas metas a implantação de 4 milhões de hectares de ILPF até o ano de 2020 (BRASIL, 2012). Essa meta já foi superada, e estima-se que já foram implantados cerca de 11,5 milhões de hectares com ILPF no Brasil, com os Estados do Mato Grosso, Goiás e Distrito Federal, sendo responsável por 21% desse total (EMBRAPA, 2016).

Entre as culturas anuais utilizadas nesses sistemas integrados de produção, o milho tem se apresentado como uma oportunidade para agropecuária brasileira seja destinado à produção de grãos ou à silagem, em função da tradição do cultivo, do grande número de cultivares comerciais adaptadas às diferentes regiões ecológicas do Brasil, à excelente adaptação quando utilizado em consórcio e à facilidade de cultivo (SILVA et al., 2005).

Os sistemas integrados promovem ainda a recuperação da pastagem ao aumentar a produtividade primária e a absorção de carbono pelo solo e, como consequência, torna-se uma importante forma de remoção de grandes quantidades de CO₂ atmosférico (FAO, 2009; ALVES et al., 2008).

Apesar dos incentivos a adoção da ILPF e dos ganhos ambientais, antes de optar por investir em um projeto técnico, é necessário analisar sua viabilidade econômica, que consiste num conjunto de informações de natureza quantitativa e qualitativa que permite estimar o cenário com base em uma alternativa escolhida (KASSAI et al., 2005). Sendo assim, é necessário que ao planejar um investimento seja identificada sua competitividade frente ao mercado no qual irá se inserir. Isso é corroborado por Callado (2011), que em seus estudos identifica a competitividade como a capacidade sustentável de sobreviver e, de preferência, crescer nos mercados concorrentes ou em novos mercados através de um sistema de informações capaz de suprir as necessidades gerenciais derivadas do planejamento de longo prazo.

Para Kupfer (1992), o estudo da competitividade deve ser feito em duas frentes, analisando-a como fator de desempenho ou como eficiência. Como desempenho, o autor entende que a competitividade irá depender de o mercado escolher o produto de um ofertante em detrimento da concorrência, já ao estudar a competitividade como eficiência, se busca o entendimento da relação insumo-produto, que depende da própria empresa, já que é influenciável pela adoção de técnicas que melhorem a relação de entrada e saída.

O setor agropecuário apresenta uma série de peculiaridades que o diferencia dos demais setores da economia, sejam elas ligadas às interferências ambientais, à natureza biológica e fisiológica das culturas e animais, sazonalidade da produção, produtos desuniformes ou ao alto risco de entrada e/ou saída da atividade, fato é que essas singularidades podem incorrer em uma

série de riscos aos quais os empresários desse setor estão sujeitos (CREPALDI, 2012). Batalha (2007) ao tratar dos produtos agroindustriais destaca a dificuldade que existe para atender uma demanda de fluxo contínuo e crescente, com produtos de natureza sazonal e com oferta não uniforme e que ainda estão sujeitos a riscos, como por exemplo as quebras de safras.

Ao abordar a competitividade no âmbito do agronegócio, devem ser consideradas uma série de especificidades e características particulares desta atividade e do mercado no qual está inserida, considerando aqui não mais apenas a somatória da competitividade individual de cada agente. Na busca por se tornar mais competitivo no mercado agropecuário, os sistemas integrados trazem grande contribuição para atingir tal objetivo, primeiro ao diminuir os riscos ao diversificar suas atividades (lavoura-pecuária-floresta), segundo ao conseguir nichos de mercado diferentes ou mesmo se diferenciar no mesmo nicho, através da produção sustentável que é uma demanda cada vez mais imperativa da sociedade e, por fim, ao equilibrar as finanças em períodos que podem ser de crise para uma atividade e para outra não (BATALHA, 2007).

Devido à natureza dos produtos e uma série de fatores condicionantes endógenos ou não, a atividade do agronegócio envolve uma série de riscos para os agentes que dele fazem parte. Por isso, entende-se que o conhecimento de tais riscos pode tornar-se o determinante para o sucesso ou fracasso de um empreendimento.

Para Moreira (2009), o diferencial do setor do agronegócio em relação às demais atividades é o alto grau que pode ser atribuído ao risco de produção. Por isso, é tão importante que sejam realizados mais estudos que levem em conta a mitigação de riscos ao se optar por integrar as atividades produtivas.

1.1 Problema de pesquisa

Há um grande anseio da sociedade por como os sistemas produtivos serão capazes de suprir a crescente demanda por alimentos à medida que nos confrontamos com o crescimento populacional, além disso, temos ainda à necessidade de tornar a produção agropecuária mais sustentável.

Em meio a este cenário, os sistemas integrados de produção (ILPF) se configuram como alternativa. Porém, apesar de já existir estudos que abordem tais sistemas na esfera econômica, ainda há uma lacuna no que diz respeito à melhor forma de combiná-los para atingir a melhor relação do binômio risco-retorno.

1.2 Hipótese

H₁: O produtor que optar por diversificar sem utilizar os critérios preconizados pela Teoria de Portfólio, não têm nenhum suporte técnico para sua escolha, o que pode diminuir a eficiência dos seus recursos físicos e pecuniários, ou seja, ele não tem conhecimento do risco ou retorno a qual se submeterá.

1.3 Justificativa

Segundo os dados do IBGE (2009), no Brasil, as áreas de pastagens cultivadas são de aproximadamente 101 milhões de hectares. Desse total estima-se que cerca de 50 a 60% apresentam algum grau de degradação (VILELA et al., 2011). Segundo Stone e Guimarães (2005), no bioma Cerrado a degradação da estrutura do solo tem sido causada, principalmente, pelo uso intensivo de áreas para produção vegetal e animal, tendo efeitos negativos para o desenvolvimento vegetal e a predispondo o solo à erosão hídrica. Essas áreas apresentam grande potencial para impulsionar o agronegócio nacional ao serem recuperadas por meio da adoção de sistemas integrados de produção, como a ILPF.

Um fator interessante que viabiliza a rotação lavoura-pastagem por períodos curtos, 1 a 3 anos, é a melhoria do processo de produção das sementes de forrageiras, resultando em aumento da disponibilidade e qualidade das sementes e redução do custo. Isso permite ao produtor formar e eliminar frequentemente as pastagens, assim como a utilização de forrageiras perenes na entressafra das culturas de verão (MACHADO et al., 2011).

Para Machado et al. (2011), a utilização do sistema de integração confere ao produtor a vantagem da diversificação da fonte de renda, pois ao desenvolver duas ou mais atividades com certo grau de integração na propriedade ele consegue otimizar o uso de recursos como a mão de obra, máquinas e subprodutos da lavoura.

Resultados semelhantes foram encontrados por Muniz (2007), que ao estudar um Projeto de Integração Lavoura e Pecuária (PILP) localizado na unidade da Embrapa Arroz e Feijão, comprovou com a utilização dos índices descritos por um modelo estatístico, que a tecnologia de integração se configurou como uma alternativa técnica e economicamente viável, apresentando baixos níveis de risco para investidores em todos os cenários abordados. Com isso, o autor sugere que novos estudos devem ser realizados, para que este modelo de análise do PILP seja aperfeiçoado para atender sugestões e novas necessidades de técnicos, produtores

e investidores.

Ao realizar pesquisa sobre quais são os principais motivos que podem criar barreiras à adoção da ILPF, no Estado de Goiás, os autores identificaram alguns pontos importantes pela ótica tanto dos produtores quanto dos especialistas. Os produtores chamaram a atenção para a dificuldade em obter informações sobre como gerenciar melhor a propriedade, desde qual sistema optar, de acordo com os produtos e seus destinos no mercado, até mesmo a própria condução do projeto. Já os especialistas identificaram como principais dificuldades o pouco acesso a assistência técnica capacitada e a pouca habilidade de gerenciamento por parte dos produtores e administradores (TOMAZ; WANDER, 2017).

Outro fator importante apresentado no trabalho de Tomaz e Wander (2017) está relacionado sobre como o produtor às vezes não possui o conhecimento sobre aspectos de comercialização do produto final, como no caso da madeira proveniente da atividade florestal da ILPF. Por vezes, o produtor desconhece a existência ou não possui infraestrutura industrial próxima a sua propriedade para efetuar a comercialização da madeira, o que pode elevar os seus custos com frete e inviabilizar ou prejudicar os seus ganhos financeiros. Com esse entendimento, justifica-se ainda mais a necessidade por ferramentas de gestão que permitam estimar os custos de produção e melhores combinações das atividades, bem como sobre como aplicar os recursos disponíveis, pois com a melhoria do processo de gestão da sua propriedade o produtor poderá efetuar um melhor planejamento.

A utilização de ferramentas de gestão de riscos na agropecuária se torna ainda mais necessária quando pode servir de auxílio a políticas ou projetos que tenham por intuito auxiliar o produtor a gerenciar melhor sua propriedade. O Projeto Campo Futuro, por exemplo, foi desenvolvido pela Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) e Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR) em parceria com universidades e centros de pesquisa, além das Federações de Agricultura e Pecuária dos Estados com o foco no gerenciamento de riscos de preços, custos e produção. O produtor aprende a calcular o custo da sua produção da sua propriedade e a utilizar ferramentas e estratégias mais eficazes no processo de comercialização e gerenciamento de riscos (CNA, 2017).

Devido à grande deficiência por pesquisas envolvendo análises mais precisas de risco e retorno ao investimento em projetos agropecuários, principalmente, de ILPF, e considerando todo o contexto aqui apresentado, entende-se que a utilização de sistemas integrados pode se configurar como uma alternativa viável de produção agropecuária, pois além da mitigação dos gases do efeito estufa promovida, esta tecnologia de produção conta com o apoio financeiro de

políticas públicas voltadas para sua implantação e manutenção, oferecendo maiores ganhos energéticos e nutricionais às culturas, proporcionando maiores produtividades, recuperação de áreas degradadas e maior diluição dos custos advindos da pecuária, sempre em busca da sustentabilidade (técnica, econômica, social e ambiental).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Identificar com base em determinados níveis de risco e retorno esperados para projetos de integração lavoura pecuária floresta a melhor forma de alocar os recursos disponíveis, através da aplicação da Teoria de Portfólio (MARKOWITZ, 1952), obtendo-se assim as fronteiras eficientes em projetos de ILPF.

1.4.2 Objetivos Específicos

- I. Calcular a matriz de correlação entre os retornos operacionais de cada atividade.
- II. Gerar as fronteiras eficientes que disponibilizam aos agropecuaristas combinações de risco e retorno para determinada alocação.
- III. Analisar a estacionariedade das séries temporais de retornos operacionais de cada atividade agropecuária;
- IV. Elaborar um modelo e suas restrições;
- V. Avaliar o binômio risco-retorno esperado associado a cada portfólio;
- VI. Encontrar os diferentes portfólios que representam as diferentes combinações das atividades estudadas, para cada valor assumido da relação risco-retorno.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Goiás no contexto dos sistemas de ILPF e do agronegócio

Por muito tempo o modelo de utilização dos solos do Cerrado levou a uma situação de Grande degradação ambiental, mesmo ao se considerar que a região apresenta uma série de

características e fatores favoráveis às atividades de produção agropecuária. Com isso, o que se via era baixa eficiência das atividades executadas, o que levava a pouca competitividade desses sistemas (KLUTHCOUSKI; STONE; AIDAR, 2003).

Por volta do início da década de 90 houve a implementação do Sistema Barreirão, que é uma tecnologia que integra diferentes atividades agropecuárias em uma mesma área, e que foi um primeiro passo rumo à intensificação nas discussões e visibilidade para a utilização dos sistemas integrados de produção agropecuária.

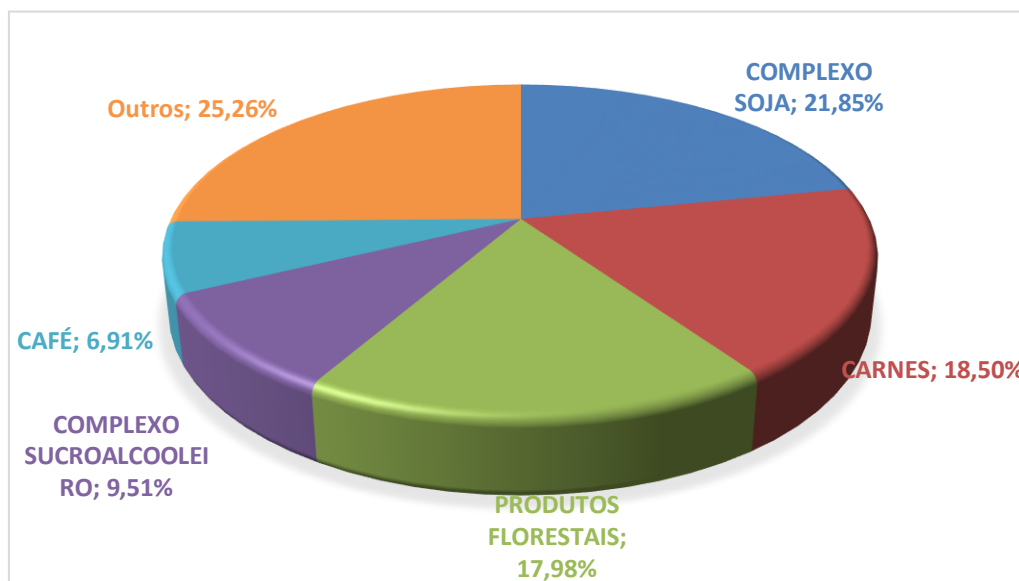
A ILPF pode ser considerada um sistema que preza pela sustentabilidade ao analisá-lo baseado em quatro pilares, essenciais para o sucesso e manutenção das atividades agropecuárias, são eles: técnico, pela recuperação e manutenção das características produtivas do solo; econômico, através da diversificação e agregação de valor aos produtos fornecidos, pode-se alcançar maior receita e diminuição dos custos; ambiental, ao aumentar a cobertura sobre o solo, melhora-se a retenção da umidade e promove a redução da erosão do solo e necessidade por defensivos agrícolas; social, pois ao diversificar são geradas novas fontes de renda por diferentes atividades, maior geração de empregos e fixação do homem ao campo (KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003).

Após uma série de estudos o sistema de produção integrada foi implementado com novas técnicas e componentes para o que se denominou de Sistemas Santa Fé, que em resumo se trata do cultivo consorciado de grãos com forrageiras tropicais, desenvolvido pela Embrapa, que mistura a semente de capim com o adubo de plantio dessas culturas (KLUTHCOUSKI; STONE; AIDAR, 2003).

Os sistemas então passaram por uma série de adaptações de ordem técnica, regional e operacionais, assim como a adaptação aos diferentes perfis de produtores. Por isso, a ILPF evoluiu como prática de produção e surgiram uma série de sistemas considerando cada uma dessas especificidades, fato este que leva ao destaque do bom planejamento antes se optar por quais componente adotar para integrar de modo que sejam aproveitadas as qualidades e demais pontos fortes em cada novo projeto.

Para se entender parte da relevância de se estudar os sistemas integrados podemos analisar o gráfico 1, que trata sobre a exportação brasileira ligada ao agronegócio.

Figura 1 – Exportações Brasileiras do Agronegócio por Setores (2017).



Fonte: Mapa/Agrostat, 2017.

O complexo soja, as carnes e os produtos florestais possuem papel de destaque nas exportações brasileiras, conforme apresentado na figura 1. O complexo soja é o mais importante para o agronegócio brasileiro, mas historicamente as áreas com essa cultura implantada vinham passando por grande processo de degradação assim como as áreas de produção de carnes, por terem como característica provocar exaustão da terra na qual são produzidas, se manejadas de forma incorreta. Temos também o destaque dos produtos florestais, que vem ganhando cada vez mais espaço na economia o que gera aumento de demanda pelos produtos florestais. Deve-se chamar atenção também para a cultura do milho, que apesar de não estar diretamente citada na figura, apresenta-se como produto de grande relevância para o país, e está inteiramente ligado ao complexo das carnes.

Há um processo de conscientização socioambiental, no qual o mercado consumidor não só externo, mas também interno tem demandado produtos considerados sustentáveis, induzindo assim a necessidade por sistemas de produção que atendam tal demanda. Em meio a este cenário a escolha por sistemas produtivos integrados que tem como um dos pilares produzir alimentos e produtos agropecuários de forma sustentável se torna cada vez mais uma opção vista como viável de ser adotada.

O Estado de Goiás, que foi um dos pioneiros na difusão e implantação dos sistemas integrados, têm desempenhado papel de destaque no setor do agronegócio brasileiro. Com relação a produção de grãos, por exemplo, são apresentadas as seguintes informações (Quadro 1):

Quadro 1 – Estado de Goiás, Centro-Oeste e Brasil: Produção de grãos - 2013 - 17 (toneladas).

Ano	Goiás	Centro-Oeste	Brasil	Posição Goiás/Brasil	Participação Goiás/Brasil(%)
2013	18.131.632	78.466.663	191.016.977	4º	9,49
2014	19.757.173	83.018.762	197.376.656	4º	10,01
2015	19.569.247	89.734.985	212.349.875	4º	9,22
2016*	16.934.053	75.121.500	187.092.959	4º	9,05
2017**	23.215.069	100.588.633	235.905.916	4º	9,84

Fonte: IBGE

* Preliminar

** Posição: Abril/2017.

Observa-se no quadro 1 apresentado, que nos últimos cinco anos o Estado de Goiás manteve sua representatividade como um dos grandes produtores de grãos do país, mantendo a quarta posição e contribuindo para a manutenção da balança comercial visto a relevância que o complexo de grãos, em especial milho e soja, têm para a economia brasileira.

Segundo dados do IMB (2017) quando é avaliada a importância da agropecuária para a geração de renda local, observa-se que essa atividade é a principal para diversos municípios. Conforme o PIB Municipal, a agropecuária é a principal atividade econômica em 87 dos 246 municípios goianos.

No cenário nacional, em 2016, o estado de Goiás destacou-se na produção nacional, como segundo maior produtor de sorgo, de tomate e de cana-de-açúcar, e o quarto maior produtor de soja, segundo dados da Produção Agrícola Municipal (IBGE, 2017).

Além de contribuir para o suprimento nacional de uma série de produtos, uma parcela expressiva da produção agropecuária de Goiás é exportada na forma de matéria-prima ou de alimentos processados, de forma que, em 2017, 76,8% das exportações goianas decorreram dos produtos do agronegócio (MAPA, 2018).

2.2 Integração lavoura- pecuária-floresta

2.2.1 Caracterização Técnica do Sistema

Os sistemas integrados de produção, aqui estudados, apresentam diferentes configurações, podendo ser adotadas quatro modalidades de ILPF, entre elas: integração lavoura-pecuária, integração pecuária-floresta, integração lavoura-floresta e integração lavoura-pecuária-floresta. Apesar de diferentes componentes, todas as modalidades têm que

atender aos princípios norteadores da ILPF, que buscam a maximização da produção e a preservação dos recursos naturais, sem desprezar a realidade social local, ao integrar as atividades agrícolas, pecuárias e florestais, numa mesma área (RANGEL et al., 2010).

Para Macedo (2009), ao adotar os sistemas integrados (lavoura-pecuária, lavoura-pastagem) o produtor consegue minimizar parte dos principais problemas enfrentados em monocultivos, como perda da fertilidade do solo, diminuição da produtividade das culturas, degradação dos recursos naturais e do solo e ataque de pragas e doenças. Outros benefícios que podemos citar desses sistemas são a redução dos custos da atividade agrícola e pecuária, diminuição da pressão por abertura de novas áreas através do desmatamento, aumento da segurança financeira para o produtor e a diminuição da emissão dos GEEs (ALVARENGA et al., 2007).

Uma das formas de se implantar um sistema integrado é através do Sistema Barreirão, que foi desenvolvido com a intenção de se promover a recuperação da área através de um ano de plantio de lavoura de arroz consorciada com a forragem e o retorno da agricultura na mesma área depois do período quatro anos. A semeadura da forragem acontece ao mesmo tempo do plantio da lavoura, porém em profundidades diferentes, o que é um dos pontos chave do sucesso do sistema (KLUTHCOUSKI et al., 1991).

Nesse sentido a ILPF é um processo altamente intensificado, o que significa que todos os fatores de produção (recursos humanos, solo, água, insumos agrícolas e outros) são utilizados na sua máxima potencialidade, sem que isso venha significar prejuízos ambientais e degradação do meio produtivo (TOWNSEND et al., 2009).

Este sistema produtivo se torna mais vantajoso ainda por diversificar as fontes de receitas e lucro dentro das propriedades rurais, assim como, podem servir de auxílio na diminuição dos riscos de frustrações de produção e, ou, de preços, também como reduzir possíveis impactos negativos ao meio ambiente (LAZZAROTTO et al., 2009).

A ILPF é um sistema que, em princípio, pode se adaptar a qualquer tamanho de propriedade, o que reafirma a importância desta tecnologia para inserir também os agricultores familiares dentro de um processo produtivo que se torna sempre mais competitivo, desde que as condições edafoclimáticas não sejam restritivas (VILELA et al., 2011).

No sentido de identificar quais lacunas existem, seja por abordagem insuficiente ou inexistente, ao se tratar de pesquisas realizadas com a ILPF, foram levantados e discutidos uma série de artigos que fornecerão a base para o entendimento de qual rumo os trabalhos desenvolvidos até aqui seguiram e quais novas pesquisas devem emergir para o

desenvolvimento desse tema de pesquisa. Estes artigos foram divididos em duas sessões, a primeira considerando estudos de natureza bibliográfica, e a segunda sessão focando nos estudos de natureza econômico, visto que foram uma das lacunas identificadas na primeira sessão.

2.2.2 Resultados de estudos de natureza qualitativa sobre a ILPF, com foco em artigos de revisão de literatura.

Na tentativa de ampliar o conhecimento sobre o sistema de ILPF, foram reunidos e discutidos trabalhos que possam referendar ainda mais o quanto o sistema de ILPF é importante em suas diversas formas de análise e também justificar se há ou não a necessidade de ampliar os estudos na esfera econômica. No quadro 1, serão apresentados artigos de autores que concentraram seus trabalhos no âmbito das discussões mais generalistas, e não focando apenas em uma determinada região, configuração de sistema, na esfera técnica, econômica, ambiental ou social, são artigos de revisão de literatura.

Quadro 2 - Artigos de revisão de literatura sobre os sistemas de ILPF.

AUTORES E ANO	PROBLEMA E OBJETIVOS	MÉTODO	RESULTADOS	CONCLUSÕES
(MACEDO, 2009)	Ampliar o entendimento sobre os sistemas de ILPs, apresentando o que já foi realizado e fazendo prospecções para futuras pesquisas.	Revisão Bibliográfica.	Os sistemas de integração sofreram e continuam em constante mudança, sempre se adaptando as demandas que o mercado e produtor exigem.	Que ainda há uma grande gama de possibilidade de estudos para esses sistemas, principalmente na quantificação nas esferas econômica e ambiental.
(DORNELES; DA SILVA, 2014)	Caracterizar os diferentes tipos de sistemas integrados e contextualizar os aspectos econômicos que demonstram a possibilidade de ganhos de vantagens competitivas através do consórcio de atividades na propriedade rural.	Revisão de literatura.	Destaca a importância econômica do setor florestal, para fortalecimento e adoção da ILPF, e de empresas e parcerias para geração de tecnologia e difusão de tecnologia e assistência técnica.	Os sistemas integrados, que buscam a diversificação de culturas, são excelentes alternativas de projetos viáveis economicamente, assim como na parte ambiental e social.
(GONTIJO NETO, 2014)	Levantamento bibliográfico sobre trabalhos desenvolvidos com ILPF no Estado de Minas Gerais.	Revisão Bibliográfica.	Ao se optar por um sistema de ILPF, os componentes, suas densidades, as características da região (clima, solo) influenciam diretamente no rendimento da produção.	Os sistemas de ILPF apresentam viabilidade técnica e econômica, mas no momento da escolha e implantação devem ser respeitadas as particularidades da região e das culturas.
(KICHEL et al., 2014)	Apresentar o sistema de ILPF, seus principais benefícios, desvantagens entraves e resultados já conseguidos.	Revisão Bibliográfica.	Em todos os sistemas integrados apresentados podem ser observados ganhos e benefícios gerados, independente da natureza do estudo em questão (econômica, ambiental, produtiva)	Os sistemas integrados podem ser considerados como excelente alternativa de produção, mas deve ser escolhido de acordo com as características específicas da unidade de produção.
(BARBOSA et al., 2015)	Analisar os aspectos econômicos e produtivos do sistema de ILPF.	Revisão de literatura.	Ressalta o resultado dos coeficientes técnico-econômicos ao se adotar os sistemas integrados, além dos benefícios ambientais.	Os sistemas integrados podem ser vistos como opções viáveis economicamente e ambientalmente ao implantar um projeto agropecuário.

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Em seu trabalho Macedo (2009) descreve como o sistema evoluiu e se adaptou a novas demandas por parte do produtor, a exemplo da formação e forragem para ser processada e servir de alimento ao componente animal. Destacando ainda a necessidade de evolução dos trabalhos em algumas áreas como no controle e prevenção de pragas e doenças e trabalhos iniciais a respeito dos benefícios econômicos desse sistema. O autor sugere como nova tendência de estudo os sistemas que incorporem as árvores como os de ILPF, destacando por fim como grande desafio futuro uma metodologia para se contabilizar os benefícios ambientais.

O artigo escrito por Dorneles e Da Silva (2014), busca identificar e caracterizar os diferentes sistemas de ILPF para demonstrar como o produtor pode obter maiores ganhos econômicos ao diminuir os riscos e incertezas da exploração agrícola e incremento da produtividade por meio vantagens competitivas ao lançar mão das economias de escopo, diversificação e a diferenciação da produção. Para isso, os autores organizaram dados sobre produção e demanda por produtos florestais e sobre as áreas de pastagem existentes no estado do MS e suas condições.

Estes mesmos autores chegaram à conclusão de que as áreas de pastagens do Estado MS apresentam grande potencial para manutenção e inserção de novas áreas de ILPF, o que seria vital para abastecer o mercado agroflorestal em franca expansão no Brasil. Destacam ainda, como é vital a atuação de órgãos de pesquisa, a exemplo da Embrapa, no desenvolvimento e transferência das tecnologias para os produtores através dos trabalhos desenvolvidos em suas unidades de referência tecnológica – URT, considerando sempre que cada região possui características distintas de produção. Por fim, os autores ressaltam a importância que mais trabalhos sejam realizados com os sistemas de ILPF, principalmente de natureza econômica e técnica, e também que novas ferramentas sejam desenvolvidas para facilitar a tomada de decisão antes de optar por um sistema específico.

Gontijo Neto (2014) buscou com esse trabalho de revisão bibliográfica fazer um levantamento e discutir pesquisas que estão sendo desenvolvidas sobre a ILPF no Estado de Minas Gerais. Primeiro, são destacados os principais cuidados que devem ser tomados ao se optar por um sistema de ILPF, assim como seus principais benefícios. Os resultados obtidos no trabalho ressaltam a importância da especificidade de cada região (clima, características do solo) seja na escolha dos componentes do sistema, no manejo aplicado, na infraestrutura a ser utilizada ou até da aptidão do produtor para aquela atividade. O autor destaca a importância de mais trabalhos com informações a respeito de novas tecnológicas que tragam benefícios econômicos e ambientais, como é o caso dos sistemas integrados.

Na revisão bibliográfica feita por Kichel (2014) buscou-se apresentar o sistema de ILPF como um todo, destacando seus principais benefícios (técnicos, ambientais, econômicos e sociais) para cada um dos componentes do sistema, assim como quais são os principais desafios e entraves para seu sucesso, que vão desde questões culturais a de infraestrutura. A principal contribuição deste trabalho é apresentar resultados concretos que confirmam a sustentabilidade dos sistemas de integração seja na esfera econômica, ambiental, produtiva ou social, ressaltando assim o quão vasto é este tema.

Barbosa et al., (2015) buscaram analisar com base nos resultados de outros trabalhos, revisão de literatura, quais são os aspectos econômicos e produtivos dos sistemas de ILPF que são relevantes para justificar sua implantação e manutenção. Do ponto de vista técnico e ambiental, os autores chamam atenção à capacidade de recuperar áreas de pastagens degradadas e favorecer na mitigação dos gases do efeito estufa que possuem os sistemas de ILPF. Já do ponto de vista econômico os autores frisaram em como os diferentes sistemas de integração podem gerar retornos econômicos variados, e por isso, deve-se selecionar bem quais atividades e produtos serão mais interessantes para o produtor, ou seja, lhe tratam melhores valores dos indicadores econômicos, como VPL, TIR e RB/C.

2.2.3 Resultados de estudos de natureza quantitativa, com foco em artigos que abordam os sistemas integrados na esfera da viabilidade econômica.

Nessa segunda sessão que discutirá o tema da ILPF com base na literatura existente, o foco será em artigos de natureza quantitativa, ou seja, resultados econômicos obtidos ao se utilizar as diferentes combinações da ILPF.

Em trabalho desenvolvido com soja e milho safrinha consorciado com braquiária, no Estado do Mato Grosso do Sul, foram encontrados valores de R\$ 1,51 ou 51% de TR e 2,63 para o IL no sistema integrado de produção, enquanto sob cultivo convencional esses respectivos valores foram inferiores, apenas R\$ 1,42 ou 41% e 2,36 (RICHETTI; GUIDUCCI, 2012).

Em trabalho desenvolvido com sistemas de produção consorciados de banana e milho no Acre, os resultados também corroboram com melhores valores para os sistemas integrados sob os cultivos solteiros, apresentando valor de 7,02 para o IL, contra apenas 4,84 dos sistemas convencionais (PINHO; NASCIMENTO; CAVALCANTE, 2012).

Outros exemplos da viabilidade econômica de sistemas de integrados, por meio de indicadores financeiros positivos (Taxa Interna de Retorno e Valor Presente Líquido), podem

ser encontradas nos estudos de Costa e Macedo (2001); Cobucci et al., (2007) e Muniz et al., (2007). Mais exemplos de trabalhos e seus resultados serão apresentados no quadro 2.

Quadro 3 - Artigos que avaliam a viabilidade econômica dos sistemas de ILPF.

AUTOR E ANO	PROBLEMA E OBJETIVOS	MÉTODO	RESULTADOS	CONCLUSÕES
(VIANA et al., 2010)	Análise econômica de dez arranjos produtivos de eucalipto intercalado com a cultura do milho, em cinco propriedades de agricultura familiar, nos municípios de Maravilhas, Florestal e Onça do Pitangui.	Pesquisa exploratória em 10 unidades de produção familiar.	No comparativo entre as regiões e diferentes sistemas, aqueles que utilizaram o plantio direto foram mais satisfatórios, pela amortização dos custos no manejo.	Cada sistema é complexo e apresenta particularidades, por isso, deve-se atentar, prioritariamente, a um componente diferente em cada etapa do ciclo total do sistema.
(TEIXEIRA et al., 2012)	Analisar em uma unidade produtiva a estrutura de custos e a viabilidade econômica do sistema de ILPF, assim como o potencial deste tipo de investimento realizado ao longo do seu primeiro ciclo produtivo (7 anos).	Estudo de Caso	Todos os indicadores econômicos estudados apresentaram resultados positivos para a adoção do sistema de ILPF.	Os resultados foram satisfatórios e é indicado a aplicação de metodologias semelhantes para maior difusão dos resultados econômicos desta complexa atividade.
(SANTOS; GRZEBIELUCKAS, 2014)	Fazer uma análise da viabilidade econômica da pecuária de corte, eucalipto convencional e sistema silvipastoril em uma propriedade rural em Mato Grosso.	Estudo de Caso	Todas as atividades estudadas foram viáveis economicamente, mas com diferença significativa entre algumas atividades referentes a estudos anteriores.	É mais interessante economicamente adotar a atividade com integração de culturas do que os cultivos convencionais.
(COIMBRA et al., 2015)	Avaliar a conversão do sistema essencialmente agrícola para o sistema integrado de agricultura-pecuária em uma propriedade rural localizada no Estado do Paraná.	Estudo de caso	Constatou a superioridade em resultados econômicos e ambientais ao se adotar sistemas integrado ao invés dos convencionais de milho e soja.	Com base na TIR e no VPL, é mais interessante investir em projetos de ILP do que alternativas mais conservadoras do mercado financeiro, a exemplo da caderneta de poupança.
(OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2016)	Avaliar a viabilidade econômico-financeira de sistemas integrados para produção de novilhas leiteiras na região Norte do Estado de Mato Grosso.	Pesquisa exploratória de dados relacionados a produção, para posterior análise econômico financeira.	Ao analisar todos os coeficientes econômicos, todos apresentaram atratividade satisfatória.	Os sistemas integrados são viáveis economicamente e apresentam baixo risco financeiro, mas devem ser adotados de acordo com as características da propriedade.

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Viana et al., (2010) em seu trabalho analisaram economicamente dez arranjos produtivos de eucalipto intercalado com a cultura do milho, em cinco propriedades de agricultura familiar em três municípios diferentes no Estado de Minas Gerais. Os resultados, com base na produtividade e custos por hectare, ressaltam para a complexidade de se analisar este tipo de sistema, pois áreas pertencentes à mesma região apresentam produções e coeficientes econômicos diferentes, mesmo ao tentar manter características as mais semelhantes possíveis. Com isso, destaca-se a importância por sempre optar por sistemas integrados que mais se adaptem as características tanto da região quanto do produtor.

Teixeira et al., (2012) identificaram que existe dificuldade para se generalizar os resultados encontrados ao se utilizar sistemas integrados, devido à complexidade e diferenças que ocorrem de uma região para outra. Mas, ainda assim, destacam a importância de mais estudos que avaliem a ILPF quanto à sua natureza econômica, para auxiliar o produtor na tomada de decisão na hora de produzir. Os autores sugerem ainda, que novos estudos em um cenário não somente determinístico, que incluam a análise de sensibilidade de preços e quantidade e variáveis de risco, assim como estudos que analisem diferentes tamanhos de propriedades, associando as economias de escala e de escopo aos sistemas de ILPF, seriam vitais para avanços sobre o tema.

O estudo de caso desenvolvido por Santos e Grzebieluckas (2014) comparou a viabilidade econômica (Payback, TIR, VPL, ACB e TMA) dos sistemas convencionais de pecuária de corte e eucalipto em relação a um sistema integrado de produção e também os comparou a estudo anterior realizado no Estado de MG, considerando os mesmos sistemas, a exceção do sistema convencional de pecuária que foi leiteira. Os sistemas florestais e os sistemas integrados foram superiores quanto à rentabilidade econômica nos sistemas convencionais de produção. Os resultados encontrados reforçam o quanto é importante a análise das diferentes formas de se integrar a produção, e destaca ainda como objeto de estudo para futuras pesquisas sobre o tema novos trabalhos de viabilidade econômica e criação de ferramentas ou métodos que permitam avaliar/quantificar também os benefícios dos serviços ambientais prestados pelos sistemas integrados.

Coimbra et al., (2015) avaliaram a conversão do sistema essencialmente agrícola para o sistema integrado de agricultura-pecuária em uma propriedade rural localizada no Estado do Paraná. Os resultados (VPL e TIR) indicaram ser mais interessante investir em projetos de integração do que em sistemas convencionais de produção ou até mesmo do que em alternativas mais conservadoras do mercado financeiro, como a caderneta de poupança. Os autores não

ênfâtizaram resultados sobre o componente florestal, apesar de apresentar alguns dados referentes a esta atividade.

Em trabalho desenvolvido por Oliveira Júnior et al (2016) foi avaliada a viabilidade econômico-financeira (VPL e TIR) ao se utilizar sistemas integrados para produção de novilhas leiteiras na região Norte do Estado de Mato Grosso. Os resultados encontrados comprovaram viabilidade econômica em ambos os sistemas integrados de produção, os autores só chamam atenção para que os produtores fiquem atentos ao tempo de retorno do investimento e em escolher o sistema que esteja mais adequado a sua área, seu capital e suas aptidões para produzir.

2.3 Tomada de decisão e riscos na atividade agropecuária

Para mensurar os riscos de projetos, existem diversas técnicas dentre as quais se estacam: análise de sensibilidade – indicada para análise de projetos mais simples por não considerar as relações de interdependências entre as variáveis; elaboração de cenários – realizada para cenários esperados ou extremos, as alterações das variáveis são analisadas simultaneamente, porém existe limitação da quantidade de cenários elaborados, em função do custo; e simulação de Monte Carlo - a qual permite superar os limites das técnicas anteriores, pois trabalha com um número maior de variáveis interagindo ao mesmo tempo, repetidas vezes, porém depende do uso adequado de distribuição de probabilidade para modelar o estudo e da qualidade de dados de entrada, caso contrário à análise não representará a realidade (ODA et al., 2001).

Segundo Assaf Neto e Lima (2009) o ambiente em que ocorrem as tomadas de decisões por parte dos investidores é de determinada incerteza, visto que, normalmente, essas decisões estão visando também o futuro. Antes de optar por determinado investimento, levam-se em consideração alguns critérios, dentre eles pode-se destacar como principal o retorno esperado (LEMES JÚNIOR; RIGO; CHEROBIM, 2010).

Pindyck e Rubinfeld (2010) tratam o risco diversificável como aquele que pode ser eliminado por meio do investimento em muitos projetos ou mantendo ações de muitas empresas, ou seja, para o investidor o fluxo de lucros gerados por um único investimento pode ser muito arriscado, e ao investir em vários projetos ao invés de um só, o risco global tende a ser menor.

Quanto às preferências das pessoas em relação ao binômio risco-retorno, podem-se identificar três situações diferentes. A mais comum é daquelas que são avessas ao risco, optando

por uma renda garantida em relação a uma renda incerta com o mesmo valor esperado. Temos ainda aquelas que se apresentam de forma indiferente ao se deparar com a mesma situação e as que optam por uma renda incerta quando essa apresenta mesmo valor esperado que uma renda certa (PINDYCK; RUBINFELD, 2010).

Dias (2015) distingue o significado das palavras risco e incerteza, afirmando que a situação de risco é aquela na qual se conhecem as probabilidades de os estados da natureza ocorrer, e na incerteza esta probabilidade não é conhecida. Kassai et al. (2005) diferenciam esses dois conceitos de acordo com o grau de imprecisão associado às estimativas. Há risco quando todas as ocorrências possíveis se encontram sujeitas a uma distribuição de probabilidade também conhecida, ou pode ser calculada com algum grau de precisão, e há incerteza quando esta distribuição de probabilidade não pode ser avaliada.

É importante distinguir os diferentes tipos de risco porque cada um pode ser tratado de forma diferente pelas técnicas de análise de risco. Dentre as variadas fontes de risco, destacam-se o risco do negócio, risco financeiro, risco do poder de compra, risco da taxa de juros, risco de liquidez, risco fiscal, risco de mercado e risco de um único ativo (GITMAN, 2004). O risco de um único ativo é bem característico ao tratarmos de atividades agropecuárias, devido ao alto grau de risco relacionada a uma possível quebra de safra, por exemplo, ocasião que pode ter seu impacto negativo amenizado em caso da utilização da diversificação da produção.

Uma das ferramentas mais utilizadas para análise de risco qualitativa é o *@ Risk*, que consiste em uma biblioteca de macros que estendem as funcionalidades do *Microsoft Excel*^R, disponibilizando um vasto conjunto de ferramentas que facilitam a construção de modelos de risco (ALENCAR; SCHMITZ, 2005). Estes autores destacam as principais funções do *@ Risk* e parâmetros de simulação, tais como:

- Dezenas de funções de probabilidade e de probabilidade acumulada;
- Gráficos de probabilidade, de posição e de variabilidade;
- Estatísticas de tendência central, de posição e de variabilidade;
- Facilidades para o estabelecimento de correlação entre variáveis;
- Ferramentas para análises de sensibilidade do modo de risco;

Ainda, segundo estes mesmos autores, dentre os parâmetros de simulação, o *@ Risk* oferece:

- O número de cenários a serem gerados;
- O método de simulação a ser utilizado;
- Os efeitos de animação que serão produzidos durante o processo de simulação.

Segundo Brumati (2002), os valores econômicos de um sistema de produção podem ser estimados através de aproximações normativas, relacionadas com os modelos bioeconômicos e às aproximações positivas, os quais envolvem dados de análise de campo ou uso de sistemas de simulação computacional.

2.4 Teoria do Portfólio de Henry Markowitz

Uma carteira ou portfólio é um conjunto de ativos – ações, títulos de renda fixa, obrigações, imóveis, projetos de investimentos, entre outros, cujo objetivo básico é a redução do risco através de uma eficiente diversificação do capital aplicado em diferentes alternativas de investimento (ASSAF NETO; LIMA, 2009).

Para um investidor, um dos cuidados primordiais que se deve ter ao se optar por um novo projeto deve ser a relação entre o retorno esperado e o risco que se corre em determinado empreendimento. Nesse sentido, na busca por solucionar e facilitar essa decisão, foi criada a Teoria do Portfólio por Harry Markowitz, trabalho inicial no que diz respeito a tentar quantificar o risco, e assim, conseguir gerar modelos de carteiras de investimento mais eficientes, ao se considerar o risco e retorno esperado.

Esse modelo desenvolvido por Markowitz conseguiu obter a variância da taxa de retorno esperada para uma carteira de ativos e uma medida esperada de riscos, o autor acreditava que era possível obter retornos iguais, com riscos menores, à medida que se diversificava o investimento. Segundo Reilly e Norton (2008), o modelo proposto se baseou em algumas suposições em relação ao comportamento do investidos, dentre elas:

- I. Os investidores consideram cada alternativa de investimento como sendo representada por uma distribuição de probabilidade de retornos esperados para determinado período de tempo;
- II. Os investidores buscam sempre maximizar suas utilidades esperadas e suas curvas de utilidade apresentam utilidade marginal decrescente para a renda;
- III. Os investidores estimam o risco da carteira com base na variabilidade dos retornos esperados;
- IV. As decisões dos investidores são baseadas unicamente no retorno esperado e risco. As suas curvas de utilidade são funções do retorno esperado e da variância (ou desvio-padrão) desses retornos;

V. Para determinado nível de risco, os investidores preferem maiores retornos. Da mesma forma, para um dado retorno esperado, os investidores preferem um menor nível de risco.

Para identificar o risco ao qual o investidor irá se submeter, existem algumas medidas de análise, dentre elas podemos citar o desvio-padrão dos retornos esperados. Essa medida estatística representa a dispersão dos retornos em torno do valor que se deseja, e demonstra que quando mais dispersos são os retornos esperados, maior é a incerteza em relação aos retornos futuros.

A taxa de retorno esperada de um portfólio é dada pela média ponderada das taxas de retorno esperadas de todos os ativos que compõem o portfólio (MARKOWITZ, 1952):

$$E(rp) = \sum_{i=1}^n x_i E(ri)$$

Onde temos:

$E(rp)$ é o retorno esperado do portfólio;

x_i é a proporção de recursos investidos no ativo i ;

$E(ri)$ o retorno esperado do ativo i ;

n é o número de ativos que compõem o portfólio.

Assim, o risco de uma carteira constituída por mais de dois ativos, segundo Markowitz (1952), pode ser obtido pela seguinte expressão:

$$\text{Minimizar } \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \rho(r_i r_j) \sigma_i \sigma_j}$$

Onde:

σ_p é o risco total da carteira;

n é o número de ativos que compõem o portfólio;

w_i é a participação (proporção) do ativo i no portfólio;

w_j é a participação (proporção) do ativo j no portfólio;

(r_i, r_j) é a correlação entre os retornos dos ativos i e j ;

σ_i é o risco individual (desvio-padrão) em relação ao retorno esperado do ativo i ;

σ_j é o risco individual (desvio-padrão) em relação ao retorno esperado do ativo j .

Quanto se poderá reduzir de risco depende do grau de correlação, medido pelo coeficiente de correlação. Sabe-se que a correlação entre dois ativos é determinada pela relação

entre sua covariância e o produto de seus desvios-padrão (ASSAF NETO; LIMA, 2009). O coeficiente de correlação é representado por:

$$P_{i,j} = \frac{COV_{i,j}}{\sigma_i \times \sigma_j}$$

Onde:

$R_{i,j}$ é o coeficiente de correlação de retornos;

σ_i é o desvio padrão de R_{ij}

σ_j é o desvio padrão de R_{ij}

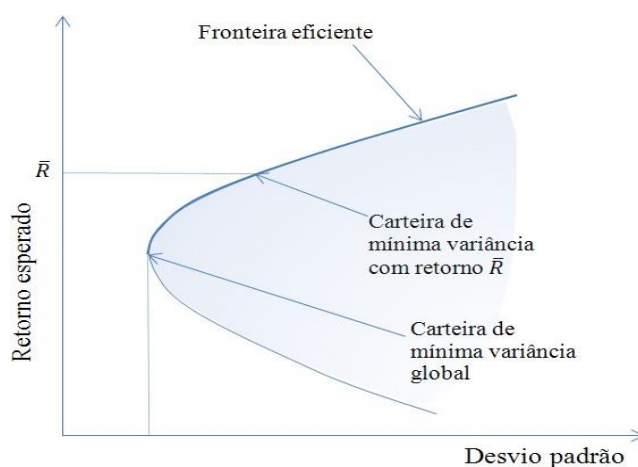
Logo,

$$COV_{i,j} = p_{i,j} \times \sigma_i \times \sigma_j$$

Na concepção de Reilly e Norton (2008), o coeficiente de variação pode variar de -1 a 1. Um valor de 1 indica correlação positiva perfeita, ou seja, os retornos dos dois ativos movimentam-se na mesma direção. Um valor de -1 indica correlação perfeita negativa. Isto significa que os retornos para dois ativos movem-se em direções opostas.

Ao se realizar a análise de um conjunto de portfólios, podemos expressar os resultados de forma gráfica, através da fronteira eficiente que é gerada. Segundo Gitman (2004), uma carteira eficiente é aquela que fornece o retorno mais alto para um dado nível de risco, ou fornece o risco mínimo para um dado nível de retorno (Figura 1). Todas as carteiras na fronteira eficiente são preferíveis a todas as demais carteiras no conjunto tangível. Serão discutidos no Quadro 3 uma série de estudos relacionados a Teoria de Portfólio e a gestão da relação risco retorno em empreendimentos agropecuários.

Figura 2. Fronteira de Eficiência de Markowitz (1952)



Fonte: Adaptado de Markowitz (1952).

Quadro 4 - Artigos que abordam a aplicam de metodologias relacionadas a relação risco retorno, utilizando o referencial da Teoria do Portfólio, em sistemas de produção agropecuária.

AUTORES E ANO	PROBLEMA E OBJETIVOS	MÉTODO	RESULTADOS	CONCLUSÕES
(SANTOS; BOTELHO FILHO; SOARES, 2008)	Comparar os efeitos da diversificação sobre o risco de retorno em uma carteira composta de soja, milho e feijão ao invés de utilizar apenas a soja para armazenamento, na Região Centro-Oeste do Brasil.	Quantitativo	Observou-se que alocando 45% de soja, 44% de feijão e 11% de milho do valor monetário disponível para o armazenamento, a redução da variância do retorno da carteira foi de 66% em comparação com o retorno de alocar os recursos totais apenas na soja.	O artigo conclui que no período analisado, a diversificação física de produtos agrícolas armazenados reduziu significativamente o risco de variação do retorno, redução até maior que a conseguida nos mercados de futuros.
(LAZZAROTTO et al., 2009)	Analisar a volatilidade dos retornos econômicos de sistemas com integração lavoura-bovinocultura de corte, diante de sistemas especializados na produção de grãos ou na bovinocultura de corte.	Quantitativo	No curto prazo, a integração tende a gerar melhores resultados econômicos que os demais sistemas analisados	Apesar da maior complexidade técnica e mercadológica exigida, o sistema de produção que opta pela diversificação de atividades, a ILP, apresenta melhores resultados econômicos, com a redução na relação risco-retorno esperados.
(DILL; SOUZA; BORBA, 2010)	Fornecer ao investidor um portfólio de opções para auxiliar na tomada de decisão sobre como investir nas culturas da soja, milho e girassol, utilizando a programação linear aplicada ao referencial abordado na Teoria do Portfólio.	Estudo de Caso	Os resultados do estudo apontaram para a cultura do girassol como melhor escolha no que diz respeito a rentabilidade, mas apresentando maiores riscos associados, seguida pelas culturas do milho e da soja.	O modelo proposto é importante no auxílio à tomada de decisão por parte do investidor, principalmente por consideram uma série de restrições técnicas. Além de destacar que a participação dos técnicos e consultores deve acontecer em todo o processo de construção do modelo.
(MOREIRA et al., 2012)	Discutir a gestão dos riscos de mercado do agronegócio, a influência das cooperativas agroindustriais nesta prática e avaliar o portfólio de produção de commodities agropecuárias do Paraná, considerando a relação retorno-risco.	Qualitativo (questionários e entrevista) e Quantitativo (Construção da fronteira eficiente).	Dentre os motivos investigados como possíveis razões para tomada de decisões sobre a produção, destacam-se os ligados a aspectos econômicos e racionais como foco estratégico da cooperativa e resistências dos cooperados. Verificou-se que algumas culturas teriam que apresentar mudanças em seus níveis de produção (para mais ou para menos), para que a margem bruta total tivesse um menor risco associado.	Pode-se supor que o sucesso da estratégia de diversificação, como alternativa para a melhoria da relação retorno-risco do agronegócio, depende muito mais dos produtores do que do poder de influência das cooperativas.

AUTORES E ANO	PROBLEMA E OBJETIVOS	MÉTODO	RESULTADOS	CONCLUSÕES
(RICARDO; WANDER, 2013).	Chegar a formação de portfólios por meio da adequação de uma metodologia que permita avaliar a viabilidade econômica e a redução dos riscos de culturas agrícola, para auxílio na tomada de decisão dos produtores, em Rio Verde, Goiás.	Quantitativo	No curto prazo todas as culturas (arroz, feijão, milho e soja) avaliadas foram consideradas viáveis economicamente no curto prazo. Apenas o arroz não apresentou risco proporcional ao resíduo econômico gerado.	As metodologias de COT e RE médio são uma alternativa para o estudo da gestão do Portfólio. É necessária uma avaliação completa das receitas e despesas, para se chegar a uma análise mais robusta da redução do risco por meio da formação de portfólios.
(MOREIRA; OLIVEIRA, 2014)	Avaliar a aplicabilidade da Teoria do Portfólio, enquanto metodologia de gestão do risco de mercado, na fruticultura do Vale do São Francisco.	Quantitativo	Foi constatada a viabilidade do uso do referencial da Teoria do Portfólio como técnica de gerenciamento de risco de mercado para frutas.	Que a teoria do portfólio ao identificar diferentes opções da relação risco-retorno, aponta a diversificação como alternativa viável para os produtores, sempre considerando as particularidades de cada cultura e perfil do investidor.
(FIGUEIREDO et al., 2014)	Através das fronteiras eficientes dos investimentos relacionados à integração lavoura-pecuária verificar a relação risco e retorno dos respectivos projetos.	Quantitativo	Foram identificadas diferentes opções de como se distribuir o recurso disponível obtendo-se diferentes níveis de risco-retorno, entre as atividades estudadas, considerando as safras de verão/inverno.	A metodologia proposta cumpriu seu papel ao fornecer opções de alocação de recursos embasadas na relação risco-retorno, para que o investidor possa optar por aquela que melhor se adapta ao seu perfil.
(FIGUEIREDO; FERNANDES; NETO, 2016)	Analisar a relação retorno e risco de diferentes combinações de culturas agrícolas produzidas no Estado de Goiás, a luz da Teoria do Portfólio.	Quantitativo	Pode haver redução de risco ao se diversificar as atividades. Quanto mais correlacionados são os ativos maior o risco associado.	Há diversas possibilidades de combinações que podem ser utilizadas pelos produtores com diferentes relações retorno-risco, mas a escolha sempre deve ser determinada pelo perfil do produtor.

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

No trabalho de Santos et al., (2008) foi realizada uma comparação de diferentes combinações de produtos (soja, milho e feijão) como alternativa para tentar diminuir as variâncias do retorno obtido em relação à quando se utiliza apenas a soja, produtos estes considerados como possíveis de serem armazenados em uma firma especializada. Para facilitar a análise, foi considerado que os custos de estocagem são semelhantes para os diferentes produtos e o custo financeiro do armazenamento é proporcional ao preço dos produtos, dessa forma pode-se inferir que variações no preço são indicadores da variação da rentabilidade das firmas. O modelo utilizado foi o de Média-Variância, e leva em conta alguns indicadores como o Retorno, Variância e Covariância.

Com base nos resultados obtidos, maior redução da variância do retorno da carteira ao se considerar os três produtos combinados, pode-se observar que a estratégia de diversificação deve ser adotada se o intuito da empresa é atuar com menores riscos, principalmente ao se considerar a grande instabilidade de preços a que estão sujeitas por atuar em um mercado dinâmico como o de produtos agrícolas. Ao utilizar de dados de pesquisas anteriores, os autores sugerem ainda que a estratégia adotada também é superior em relação a outra que poderia ser adotada, que é atuar no mercado de futuros através das operações de *hedge*. O artigo reforça a ideia da diversificação como forma de redução dos riscos, mas observou-se que há uma limitação grande nas variáveis consideradas, portanto seria interessante trabalhos que levassem em conta mais aspectos ligados aos custos e receita dos produtos escolhidos para compor o portfólio.

É importante ressaltar que Lazzarotto et al., (2009) consideraram em seu trabalho os sistemas de produção identificados como bem característicos e relevantes para a região de estudo, a cidade de Guarapuava no Estado do Paraná, fato que deve sempre ser levado em conta ao se realizar qualquer estudo. Para identificar a volatilidade para os sistemas foi utilizado a técnica do value-at-risk (VaR) e os indicadores utilizados foram Receita Total (RT), CT, Lucro Total (LT), Retornos Econômicos. O trabalho permite algumas inferências, dentre elas destaca-se a que em condições de mercado a preços normais para produtos agrícolas ou pecuários, a atividade agrícola obtém retornos esperados superiores. Com isso, comprovou-se que ao buscar a diversificação através do sistema de ILP, maiores variações que podem levar a instabilidade tendem a ser minimizadas, além da possibilidade de melhoria dos retornos econômicos.

O objetivo do trabalho desenvolvido por Dill et al., (2010) foi fornecer ao empresário um portfólio de opções para auxiliar na tomada de decisão sobre como investir nas culturas da soja, milho e girassol, utilizando a programação linear aplicada ao referencial abordado na Teoria do Portfólio. Para isso, os autores se basearam em dados de origem primária e secundária junto aos administradores rurais de uma empresa rural, no Estado do Rio Grande do Sul. Os indicadores utilizados para esse estudo foram os Custos de Produção, Séries históricas de preços, Retorno-Risco aos investimentos.

Os resultados do estudo apontaram para a cultura do girassol como melhor escolha no que diz respeito a rentabilidade, mas apresentando maiores riscos associados, seguida pelas culturas do milho e da soja. Como principais contribuições do estudo podemos destacar a importância de fornecer ao empresário rural opções de combinações dos ativos disponíveis, para que ele possa tomar decisões baseadas nos retornos e riscos que melhor lhe convêm. Além disso, observa-se também o destaque para que mais trabalhos sejam realizados considerando diferentes ativos, perfis de administradores rurais, e considerando sempre as restrições que podem estar associadas a atividade agropecuária.

Moreira et al., (2012) avaliaram a relação de dois fatores importantes no agronegócio paranaense, um deles foi a influência das cooperativas em possíveis mudanças sobre a diversificação do portfólio de produtos escolhidos por produtores e a segunda relacionado a como isso pode influenciar na gestão dos riscos de mercado. Ao se construir a fronteira de eficiência do agronegócio paranaense de 2002 a 2006, foi identificado qual seria o melhor portfólio a ser utilizado do ponto de vista da eficiência econômica para gestão dos riscos em cada ano, e o que mais se aproximou na relação retorno-risco do ano de 2006 foi o ano de 2002.

Esses resultados indicaram quais seriam os produtos e seus níveis de produção ideais para se alcançar uma melhor relação risco-retorno nas atividades, assim como evidenciaram que as cooperativas apesar de absorverem boa parte da produção dos produtos identificados acaba não sendo os determinantes fundamentais nas escolhas por como diversificar a produção, ou seja, são os produtores rurais os responsáveis por essa escolha. Apesar dessa constatação, os autores indicam a relevância de mais trabalhos de natureza econômica e da administração rural voltados para o estudo das cooperativas que em algumas regiões são determinantes para empreendimentos rurais.

Ricardo e Wander (2013) inicialmente identificaram através da teoria encontrada quais são as metodologias de custos aplicadas ao meio rural, e dentre essas qual delas ou quais aspectos melhor se adequam quando se realiza um estudo voltado para a gestão de riscos. Foram utilizados alguns indicadores econômicos como Renda Bruta (RB), Custo Operacional Total (COT) e Resíduo Econômico (RE) e variáveis como Séries Históricas de Preços e Custos. Foram encontradas algumas possíveis combinações possíveis para minimização dos riscos, como nas combinações de feijão com arroz ou feijão com soja na mesma safra, isso foi evidenciado por meio das correlações negativas encontradas para esses ativos.

Os autores concluem que é necessário avaliar todos os todos os itens relacionados a receitas e despesas, para que se chegue a uma avaliação mais completa sobre a redução de riscos através da formação de portfólios. O artigo reforça o entendimento que análises baseadas na diversificação como fator de influência na relação risco-retorno devem ser pautadas com o maior número de informações possíveis sobre os ativos e seus custos, sempre levando em conta a região e o perfil dos produtores.

O artigo de Moreira e Oliveira (2014), teve objetivo atestar que a Teoria do Portfólio poderia ser utilizada como metodologia para gestão de riscos de mercado também no mercado de fruticultura, visto que para outros mercados e produtos já há alguns trabalhos realizados conforme já foi demonstrado anteriormente (LAZZAROTTO et al., 2009; RICARDO; WANDER, 2013; SANTOS; BOTELHO FILHO; SOARES, 2008). Para aplicação dos conceitos da teoria, os autores utilizaram de séries históricas de preços e calcularam seus retornos para posterior confecção da fronteira eficiente das culturas selecionadas (uva, melão, melancia, maracujá, manga e goiaba).

Como principais conclusões do trabalho podemos destacar a viabilidade para se aplicar a teoria do portfólio, visto que o mercado da fruticultura dispõe de poucos mecanismos para gestão do risco apesar de sofrer constantemente com a volatilidade dos retornos dos preços. Além disso, os autores indicam novos caminhos de pesquisa que devem ser explorados, como identificar como a sazonalidade pode afetar a relação risco-retorno dos variados portfólios frutícolas que podem ser formados. Destaca-se ainda a necessidade por sempre procurar o maior número de informações e pessoas ligadas às atividades estudadas, como forma de diminuir possíveis erros ao se desconsiderar possíveis variáveis relevantes.

Há grandes dúvidas antes de implantar qualquer projeto e quando se trata de projetos agropecuários essas dúvidas vão desde a escolha sobre com quais atividades deve-se trabalhar até como decidir de que forma aplicar o recurso disponível. Pensando nisso, o trabalho desenvolvido por Figueiredo et al., (2014) teve por objetivo encontrar diferentes alternativas para alocação dos recursos disponíveis ao se investir em um projeto de integração lavoura-pecuária. Para chegar a essa resposta, foi utilizada como ferramenta a programação linear aplicada ao referencial da teoria do Portfólio.

Com os resultados obtidos, identificou-se quais culturas que estavam sendo utilizadas em determinadas safras poderiam ser substituídas por outras para que o projeto de integração apresentasse menor risco, com isso ao saber o risco associado a cada cultura o executor do projeto pode optar por uma combinação que mais se aplique ao seu objetivo. Lembrando que o administrador ao executar um projeto traz em suas escolhas a explicitação do seu perfil de aversão ou não ao risco, o que torna esta metodologia essencial no que diz respeito a auxiliar na tomada de decisão. Ao executar cada projeto uma série de restrições técnicas devem ser levadas em consideração, sendo assim é sempre importante o auxílio de profissionais da área ao criar o modelo e aplicá-lo aos projetos. Os autores sugerem ainda que mais trabalhos desta natureza sejam realizados a fim de considerar o maior número de variáveis e restrições possíveis.

O artigo de Figueiredo et al., (2016) analisou a relação retorno e risco de diferentes combinações de culturas agrícolas produzidas no Estado de Goiás, amparados pela Teoria do Portfólio. Para isso foram utilizados dados de séries históricas de preços para uma série de culturas agrícolas de interesse econômico para o Estado de Goiás (milho, soja, feijão, sorgo e algodão), tendo a soja como principal ativo agrícola devido sua relevância para a política econômica interna e externa do Estado. Com base nos dados foram calculadas as taxas de retorno dos ativos e a matriz de correlação, realizados testes de estacionariedade e criação dos portfólios.

Dada à natureza do estudo, influência da diversificação na relação risco-retorno foi encontrada uma gama de resultados à medida que se simulou as diferentes combinações dos portfólios. Ao considerar os ativos individualmente, o feijão foi o que obteve os maiores valores, tanto para o retorno (2,23%) quanto para o risco (15,42%), enquanto o sorgo apresentou retorno de apenas (0,34%) dado risco (6,33%), o que indica relação inversamente

proporcional entre risco-retorno. Os resultados do trabalho indicam que ao optar por diversificar a carteira de investimentos deve-se considerar alguns pontos, como a relevância dos ativos no contexto local ou regional e o tipo de correlação entre esses ativos, pois dessa forma cria-se uma alternativa que possa levar a diminuição dos riscos. As principais contribuições do trabalho ficam por conta da apresentação de um variado portfólio de combinações de ativos, baseados na relação risco-retorno para que o investidor decida pela que melhor se adapte ao seu perfil e a constatação de que novos trabalhos são necessários para dar mais robustez ao modelo com o acréscimo de novas variáveis e considerando diferentes regiões.

Ao analisar os artigos do quadro 3, é evidente que quando se trata do mercado agropecuário existem uma série de especificidades que devem ser consideradas nos estudos, pois a grande variedade de opções sobre o que e como produzir aliada as características de cada atividade, faz com que nesses estudos sejam adicionadas uma série de restrições e variáveis referentes a cada projeto. Por isso, devem ser consideradas sempre a literatura existente e os profissionais que atuam naquelas áreas do conhecimento, para que o aproveitamento dessa *expertise* gere trabalhos cada vez mais robustos e próximos da realidade.

2.5 Estacionariedade de Séries Temporais

Ao conjunto de observações dos valores que uma variável pode assumir em diferentes momentos ao longo do tempo dá-se o nome de série temporal. Quanto aos intervalos, esses dados variam quanto à regularidade, podendo ser diários, semanais, mensais, anuais, até um período maior que seja considerado mais relevante para o estudo que se pretende realizar (GUJARATI; PORTER, 2011).

A análise de dados de séries temporais é muito importante para uma série de grupos e temas de pesquisa, a exemplo de estudos que buscam extrair determinadas informações sobre uma população ou determinado setor da economia. Ao analisar tais séries, busca-se extrair inferências sobre o processo estocástico subjacente (HILL; GRIFFITHS; JUDGE, 2006; GUJARATI; PORTER, 2011). Gujarati e Porter (2011) denominaram um processo aleatório ou estocástico como um grupo de variáveis aleatórias ordenadas no tempo, ou seja,

se suas médias e variâncias não sofrerem variações sistemáticas ao longo do tempo.

Para Pindyck e Rubinfeld (2004), os modelos de séries temporais desenvolvidos devem levar em conta se o processo estocástico gerador da série temporal varia ou não em relação ao tempo. Assim, podem-se dividir os processos estocásticos em estacionários, ou seja, aqueles que não sofrem variações ao longo do tempo, e não-estacionários que mudam com o tempo. Com os processos estacionários têm-se a vantagem de poder modelar o processo através de uma equação com coeficientes fixos que podem ser estimados a partir de dados passados. Já no caso de processos não-estacionários, esse processo, apesar de possível, se torna mais complexo.

3. METODOLOGIA

3.1 Descrição das etapas metodológicas

Para execução do trabalho proposto foram seguidas algumas etapas metodológicas, desde o levantamento dos dados necessários até a construção da fronteira eficiente. Primeiro foi realizado o levantamento das séries temporais de preços de mercado e de custos de produção das atividades componentes do sistema de ILPF, com periodicidade mensal. Depois foram realizados alguns tratamentos estatísticos, a exemplo do deflacionamento, dos preços e custos para obtenção das séries históricas de retornos. Após verificar a estacionariedade das séries temporais de retornos operacionais, foram obtidas as volatilidades históricas das séries temporais de retornos operacionais, bem como foi construída a matriz de correlação para identificar as possibilidades para redução do risco dos portfólios. Por fim, obteve-se os portfólios ótimos e geradas as fronteiras eficientes.

3.2 Classificação e tipo de pesquisa

A pesquisa que foi desenvolvida conta com abordagem qualitativa e quantitativa. A parte qualitativa do projeto ficou por conta da revisão bibliográfica, ou seja, sobre o estado da arte para reunir informações e identificar quais as lacunas são encontradas nas análises

econômicas sobre a ILPF. Com base na revisão de literatura, ficou identificado que se faz necessário estudo que aborde os sistemas de integração de forma a fornecer aos produtores diferentes opções e detalhamento de como e quanto investir em cada um dos componentes do sistema, principalmente, em projetos de ILPF, visto que a maioria dos estudos tem como objeto principal apenas sistemas de ILP.

Após a identificação do problema de pesquisa e definição da metodologia, iniciou-se a parte quantitativa do projeto, que contou com a aplicação de programação linear amparada pela Teoria de Portfólio, para identificar as combinações das atividades que levarão às possíveis combinações do binômio risco-retorno.

3.3 Fonte dos dados

Os dados que serão utilizados neste estudo são fruto de levantamento das séries históricas de preços, custos de produção e a produtividade para cada uma das atividades que compõem o sistema. A escolha do sistema de ILPF considerando as 3 atividades, deve-se ao fato de esta ainda apresentar grande potencial de crescimento, pois atualmente a ILP que é a mais adotada, representa cerca de 83% do total implantado (EMBRAPA, 2016).

Na pesquisa está compreendido o período entre os meses de janeiro de 2009 a outubro de 2016. Cada série histórica (preço e custo de produção) apresenta 82 observações, totalizando 328 observações para todos os componentes do sistema. Os dados deste estudo são de natureza secundária, e foram disponibilizados pela Federação de Agricultura e Pecuária do Estado de Goiás (FAEG) e pelo Instituto para o Fortalecimento da Agropecuária de Goiás (IFAG).

Os dados relativos aos custos de produção do Eucalipto foram cedidos pelo Projeto CAMPO FUTURO desenvolvido pela Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) e Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), além de outros parceiros.

No que se refere ao componente florestal, o Eucalipto, devido à ausência de parte dos dados da série histórica de preços para o Estado de Goiás foram utilizadas séries de preços disponibilizadas pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA). Para utilização das séries primeiro os valores que estavam na unidade metro cúbico foram convertidos para a unidade adotada pela FAEG aqui no Estado de Goiás, o metro estéreo. Para isso, utilizou-se a metodologia aplicada no Projeto Campo Futuro, que realizou levantamento junto a

produtores e técnicos identificando e caracterizando os custos de produção e forma de comercialização do eucalipto de acordo com algumas regiões do Estado de Goiás. Foi também testada um comparativo tendência das médias anuais para identificar se há semelhança suficiente para considera-las para efeito deste estudo.

Os custos de produção dos outros componentes do sistema serão fornecidos pela FAEG, que conta com metodologia própria que considera desde o período de implantação da cultura até o pós-colheita. Dentre as etapas consideradas no cálculo dos custos podemos destacar: Correção do solo, pré-plantio, plantio (semeadura e adubação), tratos culturais (controle fitossanitário), colheita, pós-colheita e despesas financeiras (seguros, juros, impostos e taxas e encargos sociais).

Apesar de algumas metodologias de custo de produção levarem em conta a somatória de todos os custos relacionados à atividade realizada, no que se refere aos custos de produção, foi considerada a metodologia desenvolvida por Matsunaga et al. (1976), que leva em conta apenas os custos operacionais efetivos e outros que envolvem de fato determinado desembolso monetário. A escolha apenas pelos custos operacionais efetivos deve-se a tentativa de minimizar o efeito dos custos externos que podem ser fruto da subjetividade de cada produtor.

Todas as séries temporais de preços foram deflacionadas com base no Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), calculado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e os custos de produção foram corrigidos com base no Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP – DI), disponibilizado pela Fundação Getúlio Vargas – FGV (FGV, 2018). O período utilizado para atualização das séries temporais foi o mês de outubro de 2016.

3.4 Taxa de retorno esperado

A partir dos dados gerados pelo deflacionamento das séries históricas de preços, ou seja, da obtenção do preço real dos produtos, foram elaboradas as séries históricas mensais de receitas, conforme observado na equação a seguir:

$$Di = \sum_{i=1}^n PiQi$$

Onde:

D_i é a receita, por hectare, referente a venda do produto da atividade agropecuária i ;

P_i é o preço da saca ou arroba do produto da atividade agropecuária i ;

Q_i é a produtividade, por hectare, da atividade i .

A partir do cálculo das receitas obtidas por hectare e dos custos operacionais efetivos por hectare, disponibilizados pela FAEG, foram obtidas as taxas de retorno esperado para cada atividade do sistema integrado, conforme observa-se a seguir:

$$R_{i,t} = \ln\left(\frac{D_{i,t}}{C_{i,t-m}}\right)$$

Onde:

$R_{i,t}$ é taxa de retorno da atividade i , no período t ;

$D_{i,t}$ é a receita por hectare referente a venda do produto da atividade agropecuária i , no período t ;

m é o tempo de duração (em meses) do ciclo de produção da atividade i ;

$C_{i,t-m}$ é o custo operacional efetivo por hectare que incide durante o ciclo de produção da atividade agropecuária i .

3.4 Volatilidade

Conforme Morettin e Tolo (2004), um dos objetivos ao se avaliar projetos para investimentos é identificar os riscos de carteira de ativos financeiros, e o risco é constantemente medido pelas variações de preços dos ativos. Há diferentes maneiras de se calcular a volatilidade, dentre elas pode-se optar por diferentes modelos e programas estatísticos.

É relevante enfatizar que, neste estudo, os riscos estão vinculados à noção dos retornos que podem ser obtidos mediante a realização de determinados investimentos. Genericamente, o termo retorno pode ser visto como uma medida do total de ganhos (ou prejuízos), diante de dado nível de investimento (GITMAN, 2004). Moretin e Tolo (2004) afirmam ainda que é mais preferível, na prática, trabalhar com as séries de retornos que são livres de escala, do que com as séries de preços, já que os retornos têm propriedades

estatísticas mais interessantes, a exemplo da estacionariedade e ergodicidade.

Neste estudo a volatilidade histórica foi calculada através do cálculo do desvio padrão da série histórica dos retornos de cada atividade do sistema. A volatilidade histórica é medida pela variância ou desvio-padrão dos retornos em determinado período de tempo, atribuindo peso uniforme a todas as observações.

3.5 Matriz de Correlação

O coeficiente de correlação de Pearson (r) ou coeficiente de correlação produto momento ou o r de Pearson mede o grau da correlação linear entre duas variáveis quantitativas. É um índice adimensional com valores situados entre -1,0 e 1,0, que inclusive reflete a intensidade de uma relação linear entre dois conjuntos de dados. Este coeficiente, normalmente representado pela letra "r" assume apenas valores entre -1 e 1, e pode ser interpretado conforme descrito a seguir (TRIOLLA, 2008):

$r = 1$ Significa uma correlação perfeita positiva entre as duas variáveis.

$r = -1$ Significa uma correlação negativa perfeita entre as duas variáveis - Isto é, se uma aumenta, a outra sempre diminui.

$r = 0$ Significa que as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra.

Em análises que buscam identificar o efeito da redução dos riscos através da diversificação, a correlação desempenha papel importante ao demonstrar como as diferentes variáveis se inter-relacionam. Para a identificação da matriz de correlação foi utilizado nesta pesquisa, o programa estatístico SPSS (Statistical Package for Social Science), muito utilizado em trabalhos científicos por utilizar uma série de técnicas estatísticas para tratamento de dados.

3.6 Modelo de Programação Linear

Para Goldbarg e Luna (2005) “os modelos são representações simplificadas da realidade que preservam, para determinadas situações e enfoques, uma equivalência adequada”, ou seja, fica evidente que a capacidade de ser representativo é a principal característica que tornam os modelos boas opções para se trabalhar, além da sua capacidade

de simplificação. Esses modelos podem se apresentar de várias formas, desde os mais simples até os mais complexos, de acordo com a forma em que ele é afetado pelas variações em seu ambiente, o quanto é estável, homogêneo, variáveis que possui e previsibilidade de seu comportamento (GOLDBARG; LUNA, 2005).

Apesar de não ser uma representação fiel da realidade, um modelo pode ser suficientemente similar para que conclusões obtidas através da sua análise possam ser estendidas à realidade. O campo da programação matemática é vasto e suas técnicas consagraram-se em face a sua grande utilidade na solução de problemas de otimização. Esse referencial tem sido muito utilizado para auxiliar no processo decisório por parte dos administradores que tendem sempre a buscar a maximização do lucro ou minimização do custo (GOLDBARG; LUNA, 2005). Por isso, eles têm sido cada vez mais utilizados para a análise de projetos agropecuários, que contam desde a implantação, execução e obtenção do produto final com uma série de especificidades, e ao gerar a possibilidade da antecipação aos possíveis efeitos de parte dessas variáveis ao modelar o sistema, o administrador rural poderá estar mais apto a melhorar o seu planejamento.

A programação linear é uma técnica de otimização aplicada a diversas áreas do conhecimento, sendo uma ferramenta utilizada para encontrar o lucro máximo ou custo mínimo em situações nas quais se tem diversas opções de escolha sujeitas a algum tipo de restrição ou regulamentação (PRADO, 2004). Podemos identificar no ambiente rural, uma tendência dos administradores em tomar decisões mais ligadas a questões subjetivas ou mais ligadas a interpretações muitas vezes superficiais, como a de optar por investir naquele ativo que oferece o maior lucro unitário, o que ressalta a relevância e a necessidade por utilizar das ferramentas disponíveis para escolher a melhor alocação dos recursos.

Minimizar:

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_n x_n$$

Sujeito a:

$$a_{11}x_1 + c_{12}x_2 + \dots + a_{1n} x_n \geq b_1$$

$$a_{21}x_1 + c_{22}x_2 + \dots + a_{2n} x_n \geq b_2$$

$$a_{m1}x_1 + c_{m2}x_2 + \dots + a_{mn} x_n \geq b_m$$

$$x_1, x_2, x_n \geq 0$$

Onde:

Z é a função objetivo;

a_{ij} são coeficientes técnicos;

b_1, b_2, b_m são termos independentes;

c_1, c_2, c_n são os coeficientes da função objetivo;

x_1, x_2, x_n são as variáveis de decisão.

No presente trabalho, foram considerados um 1º ciclo completo de 7 anos de um sistema de ILPF, o tamanho da área considerado foi de 200 hectares. Esse tamanho de área foi escolhido por representar o tamanho médio das propriedades no Estado de Goiás (INCRA, 2003; IBGE, 2006).

O sistema de ILPF adotado conta com os componentes milho, soja, eucalipto e boi. A escolha por esses componentes e a não adoção de uma cultura de inverno (período das águas), por exemplo, se deu por conta de representar um anseio de grande parte dos produtores que muitas vezes possuem receio em implementar maior variedade de culturas em sua área, apesar de terem seus resultados comprovados. Além disso, a pesquisa tem o intuito de tentar modelar situações reais da forma mais próxima possível, e como essa configuração de ILPF é abordada em algumas regiões do Estado de Goiás, achou-se interessante abordá-la.

- 1º ano: recurso alocado entre as atividades da soja e eucalipto;
- 2º ano: recurso alocado entre as atividades do milho, pastagem e eucalipto;
- 3º ano: recursos alocados entre as atividades do eucalipto e boi;
- 4º ano: recursos alocados entre as atividades do eucalipto e boi;
- 5º ano: recursos alocados entre as atividades do eucalipto e boi;
- 6º ano: recursos alocados entre as atividades do eucalipto e boi;
- 7º ano: recursos alocados entre as atividades do eucalipto e boi;

Neste sistema, temos os dois primeiros anos contendo as atividades agrícolas, soja e milho, com o eucalipto que é o componente florestal e permanece durante todo o ciclo do

sistema. Nota-se ainda que a partir do 3º o sistema considera apenas as culturas do boi e eucalipto, isso acontece porque devem ser tomados uma série de cuidados ao utilizar uma espécie florestal em sistemas integrados. Dentre essas situações podemos destacar: risco de “sufocamento” e crescimento comprometido por conta do crescimento agressivo das gramíneas, risco da deriva de agrotóxicos (herbicidas, por exemplo) utilizados nas lavouras, além do risco de danos físicos que possam ser causados pelos animais caso sejam colocados no sistema antes do eucalipto estar apto para tal (CORDEIRO et al., 2015).

Para o contexto deste trabalho, foram feitas algumas adaptações do modelo de Markowitz (1952), com o objetivo de minimizar o risco inerente ao projeto de ILPF. Para cada portfólio, tem-se uma função objetivo sujeita a um conjunto de restrições de ordem técnica e econômica. A função objetivo que modela o risco do portfólio, o qual o produtor deseja minimizar é dada por:

$$\text{Minimizar } \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \rho(r_i r_j) \sigma_i \sigma_j}$$

Onde:

σ_p é o risco total da carteira;

n é o número de atividades que compõem o portfólio;

x_i é a participação (proporção) das atividades i no portfólio;

x_j é a participação (proporção) do atividades j no portfólio;

(r_i, r_j) é a correlação entre os retornos das atividades i e j ;

σ_i é o risco individual (desvio-padrão) em relação ao retorno esperado da atividade i ;

σ_j é o risco individual (desvio-padrão) em relação ao retorno esperado da atividade j .

$$E(rp) = \sum_{i=1}^n x_i r_i$$

Esta restrição representa o valor esperado do portfólio.

$$\sum_{i=1}^n x_i x_j = 1$$

Esta restrição garante que todos os recursos disponíveis sejam utilizados.

$$x_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, n$$

$$x_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

Estas restrições asseguram a inexistência de produção negativa.

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} x_i \leq b_j \quad j = 1, \dots, n$$

Onde:

b_j = quantidade do recurso disponível;

x_j = quantidade do recurso consumida por hectare pela atividade i ;

a_{ij} = área destinada à atividade i .

Esta restrição garante que a quantidade de recursos destinada a cada atividade não implique em um uso de recursos maior do que o montante disponível.

$$\sum_{i=1}^n a_i \leq 200$$

Esta restrição assegura que a quantidade de área destinada às atividades não seja superior à quantidade de área agricultável disponível.

$$a_i \geq c_i \quad i = 1, \dots, n$$

Onde:

c_i é a área mínima economicamente viável para a atividade i .

Esta restrição é representada pelo cálculo do ponto de equilíbrio, nível em que a propriedade rural não realiza lucro nem prejuízo.

Para Santos et al. (2002), a análise do ponto de equilíbrio determina o volume mínimo de produção suficiente para cobrir os custos totais e contribuir para a formação do lucro. O cálculo do ponto de equilíbrio em volume é dado pela equação a seguir:

$$PE_{vol} = \frac{CF_{total}}{PV_{un} - CV_{uni}}$$

Onde: PE_{vol} é o ponto de equilíbrio em volume;

CF_{total} é o custo fixo total;

PV_{un} é o preço de venda unitário;

CV_{un} é o custo variável unitário. A

A partir do cálculo do ponto de equilíbrio em volume, é possível calcular a área mínima viável para cada atividade agropecuária, através da seguinte equação:

$$AMV = AT \times \frac{PEvol}{PT}$$

Onde:

AMV é a área mínima viável;

AT é a área total;

PEvol é o ponto de equilíbrio em volume;

PT é a produção total.

De acordo com o cálculo do ponto de equilíbrio, o mínimo de soja a ser cultivado é de 16,12 hectares de soja, 11,73 hectares de milho, 72,32 hectares de Eucalipto e a área mínima para a bovinocultura de corte é 30,37 hectares.

$$a_{it} \geq a_{j,t-1} \quad i = 1,2 \quad j = 1, \dots, 4$$

Onde:

a_{it} é o tamanho da área destinada à atividade i , no período t ;

$a_{j,t-1}$ é o tamanho da área destinada à atividade j , no período $t-1$.

Trata-se de uma restrição técnica referente às rotações de lavoura, pecuária e floresta. O tamanho da área destinada à lavoura de milho, pastagem e eucalipto no segundo ano deve ser igual ao somatório da área da lavoura de soja e eucalipto no primeiro ano. A somatória da área destinada a bovinocultura de corte e eucalipto no terceiro ano deve ser igual a somatória da área destinada ao milho, pastagem e eucalipto do segundo ano. A partir do quarto ano os recursos serão divididos entre bovinocultura de corte e eucalipto.

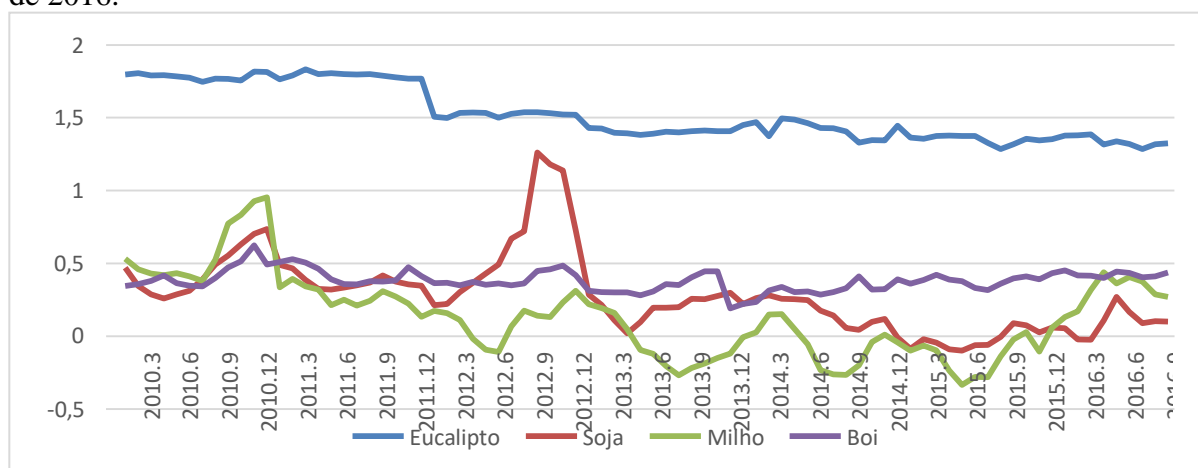
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico serão discutidos os principais resultados encontrados durante o desenvolvimento da pesquisa, segundo as etapas apresentadas na metodologia.

4.1 Dados

Na figura 3 pode-se observar o comportamento das séries de retornos para cada uma das atividades que compõem o sistema integrado. A série foi obtida a partir dos dados mensais, e permite fazer algumas inferências a respeito dos retornos de cada atividade ao longo do tempo. O eucalipto, componente florestal do sistema, é a cultura que apresenta maiores retornos e apesar de estar em processo de queda ao longo dos anos ainda apresenta retorno bem superiores a todas as outras atividades. As demais séries se diferem pouco em se falando de retornos obtidos, mas podemos destacar dois períodos distintos para a soja e o milho. A soja é a única que apresenta um pico de maiores retornos, isso ocorre no ano de 2012 mas depois volta a ter retornos que oscilam pouco. Já o milho, apresenta entre os anos de 2012 a 2015 retornos negativos, ou seja, os preços praticados não estavam sendo suficientes para equilibrar a relação receita-custo. A atividade da bovinocultura manteve retornos bem constantes ao longo dos anos.

Figura 3 – Séries históricas mensais dos retornos obtidos para as culturas do eucalipto, soja, milho e a atividade da bovinocultura, considerando o período de janeiro de 2010 a outubro de 2016.



Fonte: Dados gerados pela pesquisa, 2018.

4.2 Matriz de Correlação

Estão apresentadas no Quadro 5 os valores obtidos para a matriz de correlação entre todos os retornos mensais que integram o sistema de ILPF. Conhecer a forma como as atividades que juntas integram o sistema que virá a ser implantado se correlacionam é muito importante para um correto planejamento da produção, visto que ao se identificar o esse comportamento pode-se optar por mesclar atividades que apresentem comportamentos de retornos diferentes. Pode-se observar que todos as atividades apresentaram retornos estatisticamente correlacionadas. Segundo Triolla (2008), quando mais próximo de 1 a correlação se apresentar mais positivamente correlacionadas as variáveis estarão.

No caso das atividades da bovinocultura, soja e milho a correlação pode ser explicada pela grande relação que possuem, visto que a soja e o milho são responsáveis por parcela significativa da alimentação dos bovinos, o que acaba gerando um efeito em cadeia para essas cadeias produtivas, ou seja variações em qualquer uma dessas atividades pode influenciar as demais em mesmo sentido, positivamente.

Quadro 5 – Matriz de correlação para os retornos mensais das atividades que fazem parte do sistema de integração lavou-pecuária-floresta.

	EUCALIPTO	SOJA	MILHO	BOI GORDO
EUCALIPTO	1	,527**	,647**	,342**
SOJA		1	,473**	,367**
MILHO			1	,525**
BOI GORDO				1

Fonte: Dados gerados pela pesquisa, 2018.

**Resultados indicam significância ao nível 0,01 de probabilidade.

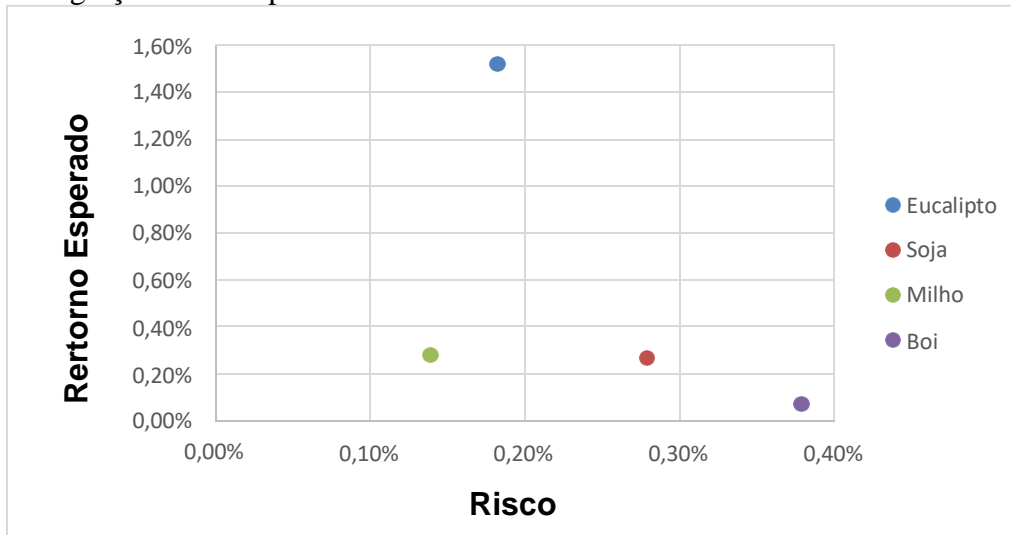
A seguir serão apresentados dados referentes as atividades isoladamente, para que se possa depois identificar com maior clareza os resultados obtidos por meio da formação dos portfólios.

4.3 Relação risco e retorno das atividades componentes do sistema

Para cada uma das atividades que compõem o sistema foram calculados os riscos e

retornos esperados, mensalmente, no período que corresponde as séries históricas de retornos entre os anos de 2010 e 2016 (Figura 4).

Figura 4 – Riscos e retornos esperados referentes as atividades do sistema de integração lavoura pecuária floresta.



Fonte: Dados gerados pela pesquisa, 2018.

Segundo Kassai et al., (2005) há uma série de medidas preliminares que podem auxiliar na escolha por assumir riscos controlados e menores antes de se investir em determinado projeto. Dentre essas, ele cita aquelas de natureza quantitativa que normalmente levam em consideração a parte da teoria de pesquisas operacionais e aquelas de natureza qualitativa que podem levar em conta dados não mensuráveis e até subjetivos. Nessa pesquisa foi usado método quantitativo que foi a aplicação da programação linear, embasa pela teoria do Portfólio.

Como pôde-se observar na figura 4 as atividades apresentam séries históricas de retornos com comportamentos diferentes na relação risco e retorno, e o conhecimento dessa relação para cada atividade pode se configurar como importante ferramenta de gestão. Os valores podem ser encontrados com maior nível de detalhamento na tabela 1.

Tabela 1 – Retorno, risco e coeficiente de variação para cada atividade componente do sistema de ILPF.

Atividades	Retorno Esperado	Risco (σ)	Coeficiente de Variação
	(%)	(%)	(%)
Eucalipto	1,52%	0,18%	0,12%
Soja	0,28%	0,27%	0,96%
Milho	0,14%	0,28%	2,01%
Bovinocultura	0,38%	0,07%	0,19%

Fonte: Dados gerados pela pesquisa, 2018.

O eucalipto foi a atividade considerada como melhor opção dado a relação risco retorno, pois conseguiu um retorno de 1,52% assumindo um risco de apenas 0,18%, valor esse menor que as demais atividades a exceção da bovinocultura.

Já a soja apresentou retorno esperado de 0,28% para um risco de 0,27%, o milho apresentou 0,14% de retorno para um risco de 0,28% e a bovinocultura apresentou retorno de 0,38% para um risco de apenas 0,07%.

Podemos inferir da tabela que o milho foi a atividade que apresentou o menor retorno para dado nível de risco e que a bovinocultura apresentou o menor risco envolvido mesmo obtendo retornos maiores que a soja e o milho.

4.4 Portfólios Optimizados

Como o intuito desse trabalho foi gerar opções para alocar tanto os recursos disponíveis quanto as áreas, foram gerados portfólios que conforme a metodologia proposta os dividiram em anos, para representar o ciclo adotado por parte de produtores, principalmente aqueles que estão migrando da pecuária para integração. Sobre essa mudança de postura e de arranjos produtivos, que não são recentes é verdade, mas ainda contam com muitos entraves e receio por parte de produtores, sobre isso Soratto et al., (2003) afirmam que por ocupar grande parte da área economicamente explorada pela agropecuária no país, a pecuária cedeu e continuará cedendo espaço para a produção de grãos e etanol. Por isso, uma boa alternativa seria fazê-lo de forma integrada com essas e outras atividades.

A utilização apenas das atividades apresentadas na tabela 2 a seguir, se deve a dois

fatos: o primeiro é por conta da dificuldade em se encontrar séries históricas de preços e custos de produção para o Estado de Goiás, e a segunda é por conta de ser um sistema que já foi muito adotado e ainda é por alguns pecuaristas que possuem mais dificuldade em manejar áreas com culturas agrícolas, aliada a dificuldade na gestão de um sistema agropecuário que se apresenta com maior complexidade e a grande deficiência por assistência técnica de qualidade e especializada para trabalhar com os sistemas integrados, conforme foi evidenciado na pesquisa de Tomaz e Wander (2017).

Tabela 2 – Apresentação dos portfólios dos sistemas de ILPF.

Portfólios	Atividades	Alocação de Recursos	Alocação de áreas	Risco	Retorno esperado	Coefficiente de Variação
Portfólio 1	Eucalipto	86%	94%	0,18%	1,35%	13,33%
	Soja	14%	6%			
Portfólio 2	Eucalipto	94%	96%	0,18%	1,44%	12,50%
	Milho	6%	4%			
Portfólio 3	Eucalipto	36%	45%	0,09%	0,79%	11,39%
	Boi	64%	55%			
Portfólio 4*	Eucalipto	85%	91%	0,15%	1,54%	9,74%
	Boi	15%	9%			

Fonte: Elaborada pelo próprio autor, 2018.

* A partir do ano 3, por só estarem no sistema as atividades bovinocultura de corte e eucalipto, não é relevante repetir os portfólios. O portfólio 4, apresenta uma situação diferente em que ocorra redução de 20% nos custos da bovinocultura.

Foram consideradas para todos os cenários recursos na ordem de 1.500.000,00.

Para o portfólio 1 que conta com a implantação da cultura do eucalipto (que permanecerá durante todo o ciclo) e da soja, a melhor opção encontrada para alocação das áreas foi destinar 94% para o eucalipto e apenas 6% para a cultura da soja. Isso ocorre porque conforme foi visto na tabela 2, o eucalipto possui uma relação risco retorno bem mais propícia a certos investidores por apresentar retorno relativamente alto em consideração as demais culturas a um baixo risco investimento que a soja, considerou investir 86% na componente florestal e os 14% restantes na soja.

No portfólio 2 as proporções no portfólio ótimo foram ainda mais desiguais, com o modelo indicando que fosse aplicado na cultura do milho praticamente só o referente ao custo mínimo viável para a cultura. Assim, a distribuição dos recursos ficou na ordem de 94% para o eucalipto e apenas 6% para o milho, enquanto que se utilizou 96% da área para

plantio do eucalipto e apenas 4% para o milho. Este portfólio apresentou risco igual ao anterior na ordem de 0,18%, mas o seu potencial de gerar retornos foi maior, cerca de 1,44%.

O portfólio 3 apresenta o menor risco e retorno encontrado dentre as configurações do sistema, com 0,09% de risco para um retorno de apenas 0,79% que foi bem inferior aos demais anos. Nesse terceiro ano, inicia-se a entrada da bovinocultura no sistema e a distribuição das áreas e recursos ficaram da seguinte forma, respectivamente, 45% e 36% para o eucalipto e 55% e 64% para a bovinocultura. Essas atividades integradas com essa disposição de recursos, foi a que apresentou as proporções mais equilibradas dentre todos os sistemas. O maior investimento na bovinocultura pode ser explicado pela natureza do modelo, que têm por base buscar a minimização do risco, visto que a bovinocultura é a atividade que apresentava os menores riscos entre as estudadas foi natural ser preferida para minimização dos riscos.

Como já foi explicado, a partir do ano 4 por só conter as atividades da bovinocultura e do eucalipto, o modelo proposto para minimização acarretaria na repetição dos dados já obtidos no ano 3, assim foi criada para o ano 4 uma situação considerando um cenário diferente. Nesse caso, foi considerada qual o efeito de uma redução de 20% nos custos de produção apenas da bovinocultura. O efeito desta alteração a princípio parece confuso, pois a lógica afirmaria para aumentar os investimentos nessa atividade e assim obter maiores taxas de lucro, e é por isso que as ferramentas para gestão são tão importantes, para colocar de lado decisões baseadas em motivos óbvios ou pessoais e se embasar na aplicação de ferramentas que apontem para um final específico conforme já foi apontado aqui por Prado (2004).

Nesse caso, a redução provocou mudanças nas proporções aplicadas nas duas atividades, a alocação de recurso ficou na ordem de 85% e 15% e a alocação de áreas em 91% a 9%, para o eucalipto e a bovinocultura, respectivamente. Como já citado, à primeira vista o resultado pode parecer confuso, mas ao analisarmos a função do modelo que é a diminuição do risco a um valor de retorno, o portfólio 4 se configurou como a principal escolha no que diz respeito a relação risco retorno, apresentando um risco de apenas 0,15%, inferior aos portfólios 1 e 2, mas a uma taxa de retorno superior, 1,54% o que torna a combinação bem interessante e adequada a aqueles investidores que tem maior aversão a

riscos, o que para muitos autores (GITMAN 2004; ASSAF NETO; LIMA, 2009; REILLY; NORTON, 2008) é o perfil de boa parte dos investidores presentes no mercado.

Portanto, dentre os apresentados o portfólio 4 foi o que ofereceu a melhor relação risco retorno para os produtores, mas deve-se lembrar que a escolha por determinado portfólio é algo bem particular a cada administrados rural, e é escolhido com base em suas preferências pessoais ou profissionais de aversão ao risco.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessidade por informações que auxiliem os administradores rurais e produtores no processo de tomada de decisão sempre foi tema presente em discussões ligadas ao meio rural. Além disso, por todas as complexidades que o setor do campo traz consigo através de todo seu processo de desenvolvimento, mesmo com o desenvolvimento e aplicação de metodologias e ferramentas próprias para as atividades agropecuárias, há ainda uma certa barreira por parte de produtores sobre como elas impactaram no seu processo gerencial com o qual conviveu a vida toda e, que em alguns casos é foi algo repassado ao longo das gerações de sua família.

No cenário de modificação dos padrões produtivos e de consumo que vive-se agora, criou-se toda uma mentalidade para processos produtivos mais sustentáveis, focados principalmente na gestão de todas as etapas de produção, processo que se inicia antes mesmo da implantação de uma determinada cultura no campo, por exemplo, como forma de atingir as metas propostas. Com isso, as ferramentas metodológicas de avaliação de risco ganharão força também no setor agropecuário que está sujeito a uma série de variáveis externas dentro de um único ciclo de produção. Ao diversificar as atividades utilizadas, essas variáveis podem ser mais prejudiciais ainda se não forem adotadas medidas de previsão para antecipar-se ao resultado de mudanças drásticas ao longo do processo produtivo.

A partir do trabalho proposto foi possível identificar que há sim ganhos ao se diversificar em atividades dentro de uma mesma área, e que se essa produção for auxiliada por ferramentas de gestão tende a melhor ainda mais. Como no meio rural os produtores estão aptos a sofrerem grandes mudanças relativas aos preços dos seus produtos, insumos,

entre outros, tentar quantificar para se antecipar a essas variações pode ser determinante para o futuro do empreendimento.

Como principais resultados positivos do trabalho temos a exemplificação das melhores alternativas ao se configurar um sistema de ILPF, tanto em proporção de recursos quanto de áreas. Além disso, ressaltou a importância de se diversificar dentro do processo de produção agropecuária como medida de prevenção dos riscos associados a atividade.

Apesar dos esforços, há ainda muito que se evolui no que diz respeito a exemplificação cada vez mais próxima dos sistemas implantados no campo. Por conta de toda a complexidade técnica e gerencial que os sistemas integrados possuem, são necessário cada vez adequar mais os modelos de programação para atenderem as demandas dos administradores rurais.

Como sugestão para novas pesquisas indica-se considerar novas atividades e novas configurações de sistemas integrados, considerando sempre as especificidades regionais e de perfil dos produtores. Nesse processo, para maior aprimoramento dos trabalhos, sugere-se o envolvimento maior dos produtores e técnicos especialistas no tema para aproximar cada vez mais os resultados obtidos de reais soluções e alternativas para os produtores.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, A. J.; SCHMITZ, E.A. **Análise de risco em gerência de projetos**. Rio de Janeiro: Braxport, 172 p. 2005.
- ALVES, B.; et al. Dinâmica do carbono em solos sob pastagens. In: **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. Porto Alegre. p.561-569, 2008.
- ALVARENGA, R. C.; et al. **Sistema de Integração Lavoura-Pecuária: O modelo implantado na Embrapa Milho e Sorgo**. Sete Lagoas – MG: Embrapa Milho e Sorgo, (Circular Técnica 93). 2007.
- ASSAF NETO, A.; LIMA, F. G. **Curso de administração financeira**. 1a Ed. São Paulo: Atlas, 822 p. 2009.
- BARBOSA, F. A. et al. Avaliação econômica e produtiva dos sistemas integrados de lavoura-pecuária-floresta. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 1, p. 151–165, 2015.
- BUAINAIN, A. M. **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. 1. ed. 1182 p Brasília – DF: Embrapa, 2014.
- BATALHA, Mário Otávio. (Coord.) **Gestão Agroindustrial**. 3. ed. 2v. v.1, São Paulo: Atlas, 2007.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. Ministério do Desenvolvimento Agrário e Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação e uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Desenvolvimento Agrário, coordenação da Casa Civil da Presidência da República**. – Brasília : MAPA/ACS, 173 p. 2012.
- BRUMATI, R. C. **Desenvolvimento de um modelo bio-econômico para determinação de ponderadores econômicos utilizados em índices de seleção em gado de corte**. 2002. 113 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade São Paulo, Pirassununga, São Paulo. 2002.
- CALLADO, A. A. C. **Agronegócio: sistemas agroindustriais**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- COBUCCI, T.; WRUCK, F. J.; KLUTHCOUSKI, J. **Opções de integração lavoura-pecuária e alguns de seus aspectos econômicos**. Informe Agropecuário, v.28, n.240, p.25-

42, 2007.

COIMBRA, C. H. G.; PERINA, R. DE A.; FAUSTO, D. A. **Análise econômica de um sistema de integração lavoura-pecuária.** Revista Ipecege, v. 1, n. 1, p. 62–79, 2015.

COSTA, F.P.; MACEDO, M.C.M. **Economic evaluation of agropastoral systems:** some alternatives for Central Brazil. In: WORKSHOP ON AGROPASTORAL SYSTEM IN SOUTH AMERICA, 2001.

CNA. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Projeto Campo Futuro.** Disponível em: < <http://www.cnabrazil.org.br/campo-futuro/>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

CREPALDI, S. A. **Contabilidade rural: uma abordagem decisorial.** São Paulo: Atlas, 7. ed. 400 p., 2012.

DIAS, C. T. S. **Planejamento de uma fazenda em condições de risco:** programação linear e simulação multidimensional. Anais. Campina Grande: [s.n.], 2015.

DILL, R. P.; SOUZA, F. C. DE; BORBA, J. A. **Uma proposta de um modelo de otimização do portfólio para as culturas de verão.** Custos e @gronegocio online, v. 6, n. 3, p. 90–109, 2010.

DORNELES, T. M.; DA SILVA, I. M. da. **Aspectos econômicos de sistemas agroflorestais:** considerações sobre a prática de integração lavoura-pecuária-floresta em MS. Seminário Internacional de Integração e Desenvolvimento Regional. 2014. Disponível em: <[http://periodicos.uems.br/novo/index.php/eacaeco/article/view File/4289/1875](http://periodicos.uems.br/novo/index.php/eacaeco/article/view/File/4289/1875)> Acesso em: 23 ago. 2017.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **ILPF em números.** Disponível em <<https://www.embrapa.br/web/rede-ilpf>> Acesso em 13/05/2017. 16 p. 2016.

CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. **Integração lavoura-pecuária-floresta:** o produtor pergunta, a Embrapa responde. Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 393 p. Brasília, DF. 2015

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Review of evidence on drylands pastoral systems and climate change:** Implications and opportunities for mitigation and adaptation. LAND AND WATER DISCUSSION PAPER, 8. 50p. Roma, 2009.

FIGUEIREDO, R. S. et al. **Risk-return optimization of integrated crops and livestock farming system.** Custos e Agronegocio, v. 10, n. 2, p. 313–337, 2014.

FIGUEIREDO, R. S.; FERNANDES, K. C. C.; NETO, O. J. DE O. **Retorno e risco da diversificação de culturas agrícolas:** uma análise à luz da Teoria do Portfólio. Revista de Administração da UEG (ISSN 2236-1197), v. 7, n. 1, p. 46, 2016.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV). FGV Dados. Disponível em <<http://portalibre.fgv.br/>>. Acesso em: 13 jan. 2018.

GOLDBARG, Marco Cesar; LUNA, Henrique Pacca L. **Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos**. Elsevier, 2005.

GONTIJO NETO, M. M. **Revisão bibliográfica: sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta em Minas Gerais**. n. Iv, p. 183–191, 2014.

GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira**. 10. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2004. 745 p.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria Básica**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011. 924 p.

IMB, SECRETARIA DE ESTADO DE GESTÃO E PLANEJAMENTO. INSTITUTO MAURO BORGES. **PIB Goiás 2015**. Goiânia – GO. Disponível em: <http://www.imb.go.gov.br/pub/pib/pib2015/pibgo2015.pdf/>. Acesso em 13 de dezembro de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Diretoria de pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Pesquisa da Pecuária Municipal, 2009.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em janeiro de 2018.

KASSAI, J. R., et al. **Retorno de Investimento** (Abordagem matemática e contábil do Lucro Empresarial). São Paulo. Atlas. 3º ED. 273p. 2005.

KEPPLE, A. W. **O Estado da segurança alimentar e nutricional no Brasil: Um retrato multidimensional**, Relatório 2014, Brasília: FAO; 2014.

KICHEL, A. N. et al. Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPP) - Experiência no Brasil. **Boletim de Indústria Animal**, v. 71, n. 1, p. 94–105, 2014.

KLUTHCOUSKI, Joao et al. **Renovação de pastagens de cerrado com arroz: I. Sistema Barreirão**. Goiânia, Goiás, Brasil: EMBRAPA-CNPAP, 1991.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração Lavoura-Pecuária**. Santo Antônio de Goiás – Goiás: Embrapa, n1. ed. v. 1, 570 p. 2003.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o Sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p. 409-441. 2003.

KUPFER, David. Padrões de concorrência e competitividade. In: **ENCONTRO NACIONAL DA ANPEC**, 20. 1992, Campos do Jordão, SP. Anais. Campos do Jordão, 1992. Uma abordagem neo-schumpeteriana da competitividade industrial. Ensaios FEE, Rio de Janeiro, v.17, n.1, p. 355-372, 1996.

HILL, C.; GRIFFITHS, W.; JUDGE, G. **Econometria**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

LAZZAROTTO, J. J. et al. **Volatilidade dos Retornos Econômicos Associados à integração Lavoura-Pecuária do Estado do Paraná**. Revista de Economia e Agronegócio, v. 7, p. 259–284, 2009.

LEMES JÚNIOR, A. B.; RIGO, C. M.; CHEROBIM, A. P. M. S. **Administração financeira: princípios, fundamentos e práticas brasileiras - aplicações e casos nacionais**. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2010.

MACHADO, L.; A.; Z.; BALBINO, L.; C.; CECCON, G.; **Integração lavoura-pecuária-floresta**. 1. Estruturação dos sistemas de integração lavoura-pecuária. Dourados, MS : Embrapa Agropecuária Oeste, 46 p. 2011.

MACEDO, M. C. M. **Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, n. SUPPL. 1, p. 133–146, 2009.

MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). **Projeções do Agronegócio: Brasil 2015/2016 a 2025/2026** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. – Brasília: Mapa/ACS, 2016. 136p.

MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). **Indicadores Gerais Agrostat**. Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm/>. Acesso em janeiro de 2018.

MARKOWITZ, H. M. **Portfolio selection**. The Journal of Finance. v.7, n.1, p.77-91, 1952.
MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P.F.; TOLEDO, P.E.N.; DULLEY, R.D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I.A. **Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA**. Agricultura em São Paulo, v.23, p.123-139, 1976.

MOREIRA, A.; OLIVEIRA, B. DE. **Diversificação De Risco-Retorno Via Teoria Do Portfólio Na Fruticultura Do Vale Do São**. Qualitas Revista Eletrônica, v. 15, n. 1, p. 1–14, 2014.

MOREIRA, V. R. et al. **Portfolio de produção agropecuária e gestão de riscos de mercado nas cooperativas do agronegócio paranaense**. Revista de Administração, v. 46, n. 4, p. 325–341, 2012.

MOREIRA, V. R. **Gestão dos riscos do agronegócio no contexto cooperativista**. 2009. 208 f. Tese (Doutorado em Administração). Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2009.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de séries temporais**. São Paulo: Edgard Blucher, 2004. 535 p

MUNIZ, L. C. **Avaliação bio-econômica em sistema de integração lavoura-pecuária**. Modelagem e simulação econômica. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, 2007.

ODA, A. L. et al. **Análise de Riscos de Projetos Agropecuários**: Um exemplo de como fundamentar a escolha entre projetos alternativos e excludentes. 2001.

OLIVEIRA JÚNIOR, O. L. et al. **Análise econômico-financeira de sistemas integrados para a produção de novilhas leiteiras**. Archivos de Zootecnia, v. 65, n. 250, p. 203–212, 2016.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Econometria**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. 7 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2010. 647 p.

PINHO, C. de S.; NASCIMENTO, G. C.; CAVALCANTE, m. de J. B.; **Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários**: metodologia e estudos de caso. 411-450 p. Brasília, DF: Embrapa, 2012.

PRADO, D. S. do. **Programação Linear**. 4ª Ed. Nova Lima - MG: INDG Tecnologia e serviços Ltda., 2004.

RANGEL, J. H. A.; et al. **Implantação e manejo de sistema integração Lavoura Pecuária Floresta com *Gliricidia sepium***. Aracaju – SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010 (Circular Técnica 60).

REILLY, F. K. NORTON, E. A. **Investimentos**. 7 ed. São Paulo: Cengage Learning, 564 p. 2008.

RICARDO, T. R.; WANDER, A. E. **Rentabilidade e risco de culturas anuais em Rio Verde / GO**. v. 9, n. 4, p. 181–195, 2013.

RICHETTI, A.; GUIDUCCI, R. do C. N. **Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários**: metodologia e estudos de caso. 477-508 p. Brasília, DF: Embrapa, 2012.

SANTOS, S. DA S.; GRZEBIELUCKAS, C. **Sistema silvipastoril com eucalipto e pecuária de corte: uma análise de viabilidade econômica em uma propriedade rural em Mato Grosso/Brasil**. Custos e @gronegocio online, v. 10, n. 3, p. 317–333, 2014.

SANTOS, M. P. dos ; BOTELHO FILHO, F. B.; SOARES, J. B. **Redução de risco**: hedge

ou diversificação? Rev. de Economia Agrícola, v. v. 55, p. 31–40, 2008.

SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia florestal**. 2 ed. Viçosa, MG: UFV, 178 p. 2005.

SORATTO, R. P.; ROSOLEM, C. A.; CRUSCIOL C. A. **Integração lavoura pecuária-floresta: alguns exemplos no Brasil Central**. Editora FEPAF, UNESP, Botucatu – SP. 110p. 2011.

STONE, L. F.; GUIMARÃES, C. M. **Influência de sistemas de rotação de culturas nos atributos físicos do solo**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. 15p. 2005.

TEIXEIRA, L. P. et al. **Viabilidade econômica da integração lavoura-pecuária-floresta**. SOCIEDADE E DESENVOLVIMENTO RURAL, v. 6, n. 61, p. 1–23, 2012.

TOMAZ, G. A.; WANDER, A. E. **Barreiras à adoção do sistema ILPF em Goiás**. p. 93–100, 2017.

TOWNSEND, C. R. et al. **Considerações sobre sistemas de integração lavoura-pecuária na Amazônia**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2009 (Série Embrapa, Documentos, 130).

TRIOLA. MÁRIO F. **Introdução à Estatística**. 10ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

VIANA, M. C. M. et al. **Produção de milho e análise econômica do sistema de integração lavoura-pecuária- floresta, em propriedades de agricultura familiar, na região Central de Minas Gerais**. 2010.

VILELA, L.; et. al. **Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária na Região do Cerrado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.46, n. 10, p.1127-1138, 2011.