

# **Organismos geneticamente modificados. Uma análise do ferramental gerencial e de risco na agricultura**

**Renato Garcia Ribeiro**

## **Introdução**

A agricultura no Brasil tem tomado cada vez mais um papel de destaque na economia e nas atividades geradoras de renda e recursos ao país. Esta grande competitividade presente no meio agrícola brasileiro tem feito com que o agronegócio brasileiro seja um dos pilares da economia nacional e proporcionado certa sustentabilidade ao PIB nacional em um cenário de condições econômicas mais complexas no país nos últimos anos. Em 2016, o agronegócio foi responsável por 21,4% de todas as riquezas geradas pelo país. (CEPEA, 2017).

Neste contexto, segundo o USDA (2017), o Brasil produziu na safra 2016/17, 114 milhões toneladas de soja e 97 toneladas de milho em primeira e segunda safra. Comparativamente com outros países do mundo, em termos de produção nestas culturas, o Brasil é o segundo maior produtor de soja, e no milho é o terceiro maior produtor atrás apenas dos EUA que colheu 117,2 toneladas de soja e 384 toneladas de milho e a China com 220 milhões de toneladas do cereal na última temporada.

Este cenário mundial de protagonismo na produção de soja e milho segue uma crescente nos últimos anos. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), na safra 2016/17 o Brasil deve colher 113,9 milhões de toneladas de soja e 93,8 milhões de toneladas de milho, 95% e 83% maiores que a temporada 2006/07, ou seja, a produção destas duas commodities agrícolas praticamente dobrou no período o que mais que comprova a evolução da produção nacional de grãos (CONAB, 2017).

Toda esta evolução no campo passar sem a menor sombra de dúvidas pelo desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias que facilitam os trabalhos no campo e proporcionam setor ganhos produtivos mais significativos e os torna cada vez mais dependente de novas tecnologias. Este maior número de variáveis envolvidas dificulta os processos decisórios e a gestão do negócio rural. Além disso, estas variáveis interferem e dificultam cada vez mais na tomada de decisão que tange os portfólios ou as carteiras de culturas empregadas no campo.

Esta evolução tecnológica no campo já começa nos anos de 1960 com uma maior mecanização e também com uma maior utilização de insumos para a produção (ALMEIDA, 1989). Já nos anos de 1990, os organismos geneticamente modificados na agricultura passam a ganhar corpo com aumento na produtividade e redução no uso de defensivos químicos. Roessing e Lazzarotto (2016) relatam que nos anos 1970 já acontecia o uso pontual de plantas geneticamente modificadas, porém, só no começo da década de 1990 as vendas de sementes geneticamente modificadas passou a se fortalecer no mundo. Em 1996 a área mundial de transgênicos era de 2,8 milhões de hectares. Em 1997 já era de cerca de 12,8 milhões de hectares. Em 2014, a área com sementes geneticamente modificadas foi estimada em 181 milhões de hectares no mundo, sendo o Brasil o segundo país que mais planta organismos geneticamente modificados (JAMES, 2014). No Brasil, segundo a Associação Brasileira de Sementes e Mudanças (ABRASEM), 94% das sementes de soja negociadas no país foram compostas por sementes modificadas geneticamente (ABRASEM, 2016), mostrando que o desenvolvimento tecnológico em sementes na agricultura tem sido bem absorvido nos sistemas produtivos.

Dado este contexto participação cada vez mais significativa da transgenia nas culturas de soja e milho, a inserção desta variável no contexto produtivo acaba por se tornar bastante significativa, mas ainda com poucos artigos científicos atrelando esta variável a tomada de decisão e gestão do risco no negócio rural. Ao se trabalhar a variável tecnologia no campo, estudos mais recentes inserem a agricultura de precisão como principal variável de estudo tendo analisados os seus benefícios no campo e no resultado financeiro do negócio rural. Os trabalhos mais recentes que atrelam os riscos e a gestão do negócio rural tem dado bastante ênfase a riscos climáticos no processo produtivo e como estes problemas tem afetado os seguros de produção e a tomada de decisão dos produtores assegurados. Assim, o pagamento dos seguros de produção tem, como afirmado por Cole et al. (2017) favorecido a maior tomada de risco por parte dos agricultores de uma região da Índia afetada pelo clima de monções.

No tocante a sistemas de produção, programação linear, e simulações de Monte Carlo associam os estudos de risco e viabilidade do negócio rural nas análises de fronteira eficiente, viabilidade e risco no negócio rural respectivamente tem sido frequentemente estudada como ferramentas de gestão, mitigação de risco e tomada de decisão no campo.

Assim, dado a constante evolução tecnológica das sementes de soja e milho na agricultura, o presente trabalho pretende investigar o estado da arte do ferramental de gestão de riscos gerenciais na agricultura e como esta evolução tecnológica (sementes)

pode ser melhor inserida na gestão de novos projetos uma vez entre os produtores rurais este ferramental na gestão é pouco usual.

O artigo se divide em 4 partes sendo a primeira a introdução, na sequência um posicionamento sobre o uso de organismos geneticamente modificados e sua evolução para as culturas de soja e milho. A terceira parte engloba uma análise do risco na agricultura e como ele vem sendo estudado tendo em vista aspectos de renda e tomada de decisão no campo. A última parte descreve como algumas ferramentas de gestão no campo vem sendo utilizado na literatura e quais as principais variáveis (tecnologias, sistemas de produção) vem sendo empregadas nas análises.

### **Tecnologia no campo e a evolução dos organismos geneticamente modificados**

Ao se avaliar o desenvolvimento tecnológico no campo, para Alves (2012), o conhecimento da agricultura vem sendo compilado e estruturado embasando os alicerces de novas tecnologias. Um dos propósitos da tecnologia, principalmente na agricultura é o de viabilizar a promoção do conhecimento e a sua transformação em conhecimento de uma forma mais rápida e objetiva. Os estudos gerados pelas entidades de pesquisa e a cargo dos empresários rurais organizam “os conhecimentos ao seu alcance em tecnologias ou sistemas de produção, praticá-los e obter a produção” (ALVES, 2012).

Em todo este cenário de aumento da produção mundial e nacional de grãos está inserida toda a evolução tecnológica de produção que vai desde uma maior mecanização da agricultura até o uso de biotecnologia no desenvolvimento de sementes visando não só o aumento da produtividade, mas também o maior controle de pragas e doenças assim como facilidades de manejo para o controle de plantas daninhas. Almeida (1989) comparando dados de Censo Agropecuário de 1960 e 1985 no Rio Grande do Sul verificou que em 1960, existiam 15.167 tratores e em 1985, o estado possuía 136.679. O uso de fertilizantes no mesmo período de análise apontava que em 1960 pouco mais de 3% das propriedades gaúchas usavam este tipo de insumo e que em 1980, 65% das propriedades faziam uso de algum tipo de fertilizante. O que após os anos de 1960, 1970 e 1980 passava principalmente pelo maior uso de máquinas e insumos no campo, após 1990 entra-se na era da biotecnologia.

O uso de organismos geneticamente modificados foi autorizado comercialmente nos Estados Unidos da América no ano de 1994 e rapidamente se difundiu pela América do Norte e Argentina. Inicialmente, ainda nos anos 1990, as culturas as quais foram

primeiramente cultivadas foram as culturas da soja, milho, algodão e batata, algumas resistentes a insetos e também tolerantes ao herbicida glifosato (PELAES e SCHIMDT, 2013).

Mundialmente, a Monsanto destaca-se como a pioneira no setor de biotecnologia em sementes tendo como maior destaque em seu portfólio de biotecnologia as sementes tolerantes ao herbicida glifosato, comercialmente chamada de RR ou roundup ready, que viria a ter a patente comercial quebrada em meados dos anos 2000 (PELAES e SCHIMDT, 2013).

Segundo Almeida e Lamounier (2005), “os transgênicos são organismos ou culturas geneticamente modificadas (OGMs) que contêm um gene que foi artificialmente inserido, em vez de adquirido naturalmente por polinização como são as culturas convencionais”. Um dos principais objetivos do uso de organismos geneticamente modificados faz jus a uma política de afirmações que transgênicos reduzem os custos de produção. Contudo, alguns autores afirmam que a soja convencional consegue ser mais rentável que a soja modificada geneticamente, influenciando diretamente na tomada de decisão do agricultor. Para Guzatti e Franco (2015) mesmo a soja modificada geneticamente tendo manejo mais fácil e custo mais reduzido, após cinco safras no estado de Mato Grosso (2008/09, 2009/10, 2011/12, 2012/13, 2013/14), a soja modificada geneticamente não foi tão vantajosa quanto a convencional. Os principais fatores listados foram: custos mais estáveis na convencional e maior rentabilidade ao agricultor matogrossense.

Além disso, Almeida e Lamonier (2005) afirmam que os transgênicos são usados para em primeiro lugar para se obter produtos de melhor qualidade e redução do uso de defensivos químicos assim como uma menor utilização da terra e de redução dos custos de produção resultando em maior produtividade com redução de tempo. Outro ponto defendido pelo autor é que a transgenia traz maior facilidade de manejo quanto ao uso de herbicidas assim como maior resistência a pragas e doenças.

Segundo Céleres (2017) na safra 2015/16 o Brasil semeou 45,7 milhões de hectares com soja, milho e algodão, 5,7% mais que a temporada anterior e com uma taxa de utilização de transgênicos de 92,3% de toda a área destinada com estas 3 culturas. Soja, milho e algodão modificados geneticamente representaram respectivamente 31,4 milhões de hectares, 13,5 milhões de hectares e 751 mil hectares respectivamente. Já em uma fase mais moderna do desenvolvimento de organismos modificados geneticamente com duas características, como por exemplo, tolerante a herbicida e resistente a insetos, segundo a

Céleres (2017), a preferência do agricultor brasileiro tem sido por organismos modificados geneticamente que carreguem duas características como a tolerância ao herbicida glifosato e a resistência a insetos.

Segundo Abrasem (2015), até o ano de 2012, na soja, a quantidade de tecnologias de soja modificadas geneticamente e convencionais era a mesma. Em 2015, enquanto os eventos convencionais eram praticamente os mesmos, ou seja, pouco mais de 500, os eventos transgênicos superavam os 800. Esta evolução é marcante, uma vez que em 2002 praticamente inexistiam. No milho, o quadro é inverso, mas não menos representativo. Tem-se mais eventos registrados de híbridos convencionais, mas o crescente de eventos acontece de forma parelha entre os dois. Atualmente tem-se aproximadamente 1600 eventos registrados de híbridos convencionais contra pouco mais de 1100 de híbridos modificados geneticamente.

É importante frisar que a o uso comercial de sementes transgenia é relativamente novo no Brasil e no mundo. Para Abrasem (2015), até 2007 não existiam eventos de milho modificado geneticamente registrados no Brasil. Até 2015 o milho é uma das culturas que possuía mais tecnologias de transgenia embarcada nos seus híbridos disponíveis para comercialização. Segundo Abrasem (2015), existiam 29 tecnologias existentes nos híbridos de milho no Brasil até 2015, sendo delas 16 possuem genes combinados de resistência a insetos e também com tolerância a herbicidas. Para a soja e o algodão o quadro é mais limitado, mas não menos eficiente. Na leguminosa, apenas uma tecnologia tolerante a herbicidas e resistente a insetos estava disponível para comercialização e outras cinco variadas completam a lista de tecnologias registradas disponíveis no mercado nacional. No algodão, existe uma gama um pouco maior, sendo 12 no total onde 8 delas são simples e quatro combinam mais de uma característica. (ABRASEM 2015).

### **A gestão rural, risco na agricultura e tomada de decisão**

A teoria mais consolidada de finanças e gestão na agricultura trabalha conceitos bastante estabelecidos e ferramental de certa forma consolidado no meio acadêmico. Taylor e Turner (2003), Olson (2004), Kay, Edwards e Duffy (2008) apresentam conceitos de gestão no meio rural usando como base ferramentas administrativas bastante sólidas no meio empresarial. Assuntos relevantes como planejamento, fluxo de caixa, noções de finanças, estratégia, orçamento, análise de investimento passam pelo crivo do referencial teórico tradicional disponível.

Vale destacar que o referencial teórico internacional de gestão rural pouco aborda temas como a dupla safra de soja e milho, bastante inserido nos sistemas produtivos brasileiros e importantíssimo no processo decisório do agronegócio nacional além de bastante necessário ao se passar por discussões relacionadas a tecnologias embarcadas em sementes de grãos, as duas principais culturas em dupla safra no Brasil.

Porém, é importante frisar que a tomada de decisão merece ser discutido e embasado para um melhor entendimento das premissas e dos estudos mais recentes no tocante aos riscos atrelados ao negócio rural. Para Kay, Edwards e Duffy (2008) o processo de tomada de decisão passa por um entendimento preciso das informações disponíveis pelos agentes uma vez que estas informações afetam seu negócio diretamente. Planejar, implementar controlar e ajustar auxiliam o processo organizacional e decisório.

É comum na bibliografia sobre o tema desenvolver análises e teorias passando pela gestão de risco na agricultura e se apoiando nestes conceitos uma vez que a gestão do negócio rural envolve vários riscos. Olson (2004) afirma que o agricultor deve de toda forma agregar a variável risco no processo decisório considerando-os de maneira explícita. Destaca também a diferença entre risco e incerteza, sendo ambos similares mais diferentes. O conceito de riscos relata que o tomador de decisão consegue ter noção de quais seriam os resultados e suas probabilidades e incerteza apenas parte dele é conhecida pelo agente.

Olson (2004) e Saqib et al. (2016) elencam algumas das principais fontes de risco na agricultura. Risco de produção, de mercado, recursos financeiros, ambientais, legais e humanos. Para Saqib et al. (2016) o risco de produção é o mais importante enfrentado pelos agricultores estando estes associados também a riscos climáticos mas podem advir de outros problemas como pragas, e doenças entre outros não menos importantes. Segundo a agência de gestão de risco do departamento de agricultura dos Estados Unidos, descrito por Kay, Edwards e Duffy (2008), em 2005, 35% das perdas produtivas registradas pelo órgão aconteceram por excesso de umidade e inundações seguido por seca e calor com 22% e 16% por furacões. Estes resultados corroboram o alto potencial de perdas que eventos climáticos podem causar e com isso gerar consequências a tomada de decisão e gestão do negócio rural principalmente quando o negócio rural é garantido por seguro de produção.

Este risco ambiental e de produção bastante significativo é que de certa forma aparentemente tem direcionado a literatura acadêmica a desenvolver uma série de

trabalhos na atualidade com foco na gestão de riscos de produção e como o seguro agrícola pode influenciar na tomada de decisão de diversas localidades no mundo.

Para Cole et al. (2017), riscos gerenciais geralmente são relacionados a gestão empresarial e muitas vezes deixado de lado na tomada de decisão no meio agrícola. Segundo Cole et al. (2017) no ramo empresarial, uma vasta quantidade de empresas estão expostas a riscos como renda, recessões econômicas, risco de demanda, clima, desastres naturais. Dado estes riscos, é comum que enfrentem problemas e encerrem suas atividades em com certa frequência e intensidade. Para o autor, isto é bastante frequente a economias mais estáveis. Cole et al. (2017) aponta que este quadro pode ser ainda mais complexo em economias emergentes onde se inserem uma ampla gama de países agrícolas como o Brasil tornando riscos de conjuntura econômica ainda mais devastadores a atividade econômica rural que em outros países de economia mais estáveis.

É tocante na literatura recente o grande apreço por riscos climáticos ao se referir a gestão da propriedade rural e gestão dos riscos do agronegócio. Existe uma linha de pesquisa bastante focada no impacto do clima na tomada de decisão e nas atitudes tomadas pelos agricultores no campo. Neste contexto, o ferramental corriqueiramente estudado relaciona condições de risco climático com a realização e a contratação de seguro agrícola por parte dos produtores, dentre eles, Cole et al. (2017), Mase et al. (2017), e Crane et al. (2016), Farzaneh et. al (2017), Smith (2016). Os modelos de seguro agrícola que visam a garantia da renda como explorados Cole et al. (2017), Mase et al. (2017), e Crane et al. (2016), atrelam suas análises aos riscos de perdas em função do clima como uma característica bastante significativa no processo decisório na agricultura.

Cole et al. (2017) estudou como os efeitos do seguro contra chuvas na produção real e as decisões de investimento de pequenos agricultores na Índia influenciariam as decisões destes agricultores. Cole et al (2017) apurou como o seguro agrícola, considerando este como uma ferramenta de inovação em finanças e que tem por fim mitigar riscos de renda impactaria na definição das culturas que seriam semeadas no ano entre os pequenos agricultores indianos em uma região semiárida do país. A suspeita do autor é que com o uso do seguro, espera-se uma maior propensão ao risco por parte destes agentes ariscando em culturas mais propensas a sofrer com problemas climáticos e mais rentáveis deixando para um segundo plano as culturas de subsistência.

Cole et al. (2017) relata que as inovações financeiras que ajudam a diversificar o risco podem favorecer os rendimentos reais em economias de mercado, uma vez que ao assumir mais risco estes produtores podem auferir uma maior renda. Para tal, produtos

bem desenvolvidos e direcionados podem colaborar com este quadro evolutivo sendo a tomada de risco uma característica bastante promissora da pesquisa.

Mase et al. (2017) ao estudar as estratégias para reduzir os impactos da agricultura no clima (tentando assim “gerenciar” os riscos climáticos) aponta que oito dentre as práticas mais comuns que os agricultores do meio oeste americano tem usado para mitigar riscos na agricultura. O foco principal da análise visa comparar quais medidas os agricultores desta região tem tomado para enfrentar o aquecimento global. Entre elas, no seu estudo encontrou que 35% dos agricultores não fazem nada para mitigar estes riscos climáticos que podem aumentar com o aquecimento global. Conservação de solo e até mesmo emprego fora da fazenda como forma de estabilizar a renda em caso de problemas produtivos e de rentabilidade em função do clima estão entre as principais medidas tomadas pelos agricultores do meio oeste americano. Dentre outras medidas, produtores de milho desta região tem utilizando-se de novas ferramentas de seguro que garantam a colheita. Para o autor, contudo, o seguro agrícola pode muitas vezes desestimular os agricultores a tomarem medidas que impactariam diretamente nas mudanças climáticas.

É importante frisar que na literatura recente, a gestão do risco no campo, quando levada em consideração, acaba por sempre direcionar a tomada de decisão na agricultura. Crane et. al. (2016) estudou como previsões climáticas sazonais podem interferir na tomada de decisão no campo. Para ele é muito variável na agricultura como estas previsões influenciam a tomada de decisão, isso a depender do tamanho, tipo e característica do agricultor. Uma característica comum é que para todos os entrevistados sempre vai haver um período do ano que as previsões climáticas tem mais interesse e estas irão direcionar sua tomada de decisão ao longo do ano. Dentre os resultados encontrados pode-se obter que previsões climáticas podem inferir de maneira significativa nas decisões tomadas pelos agricultores e que tendem a focar geralmente em identificar condições favoráveis que reduzir possíveis resultados negativos. (CRANE et al., 2016).

Contudo, entre os resultados obtidos pesam também alguns fatores não climáticos na tomada de decisão por parte dos agricultores, uma vez que estes fatores podem ter um grau de incerteza menor que o clima (CRANE et al., 2016). Assim como Cole et al. (2017), Crane et al. (2016) aponta que o seguro agrícola (clima) também influencia na tomada de decisão do agricultor uma vez que garante a renda em caso de problemas com a produção. Além do seguro, variáveis como preço das commodities,

preços dos insumos, liberações de crédito e legislações, políticas de imigração, negócios e legislação trabalhista podem influenciar a tomada de decisão.

Mesmo aparentemente sendo de alguma forma bastante divulgado na literatura recente, poucas são as informações disponíveis sobre adoção de seguro agrícola no mundo (FARZANEH et. al, 2017). Até em culturas como o bicho da seda no norte do Irã, a tomada de decisão dos agricultores sofre influência de seguro agrícola e mesmo com as dificuldades encontradas pelos agricultores, uma pelo alto prêmio pago e pela dificuldade em receber o seguro, ao se avaliar o risco, o comportamento dos agricultores os levou a serem bastante propensos a tomarem risco. Uma das conclusões auferidas é que o seguro agrícola diminui a incerteza. (FARZANEH et. al, 2017).

Saqib et al. (2017) ao avaliar a relação entre risco e crédito no Paquistão auferiu que quanto menos instruído, pobres e vulneráveis eram os agricultores locais, estes eram mais avessos ao risco e mais poderiam sofrer impactos de renda com problemas climáticos característicos do país uma vez que tem pouco acesso a crédito e que na gestão da propriedade poderiam ser favorecidos. Dentre este perfil de agricultores, como tinham menor acesso a crédito agrícola o trabalho propõem que o governo local desenvolva políticas com mais foco a este perfil de produtores, ou seja, que são mais vulneráveis afim de garantir níveis de renda da população. Neste cenário, o crédito tem papel crucial no aumento da renda da população em especial para a agricultura de subsistência, foco da política agrícola daquele país. Dentre os resultados encontrados foi que o crédito agrícola faz parte da gestão da estratégia e do risco em pequenas propriedades.

### **Ferramentas de gestão e estudo do risco. As principais variáveis empregadas na atualidade**

Analisando os trabalhos recentes que consideram dupla safra e sistemas produtivos de soja e milho, a inserção da variável tecnologia não é tão amplamente inserida nas análises como outras variáveis. Boa parte dos trabalhos acadêmicos acaba por levar em conta nas análises mais fatores agrônômicos que gerenciais e de tomada de decisão.

Pires et al. (2016) relacionou os riscos climáticos na dupla safra com variações de produtividade dado datas de plantio e cultivares diferentes. Ao utilizar cultivares diferentes levou em consideração o ciclo produtivo e não a transgenia. Os indicadores foram mais focados em perspectivas agrônômicas que financeiras. Para os autores, os

resultados de safra única foram mais significativos, contudo um aumento das áreas cultivadas em primeira safra poderia gerar desmatamento e por consequência mudar o quadro climático da região, o regime de chuvas e proporcionar um cenário perigoso para o sistema produtivo. Sendo assim, o autor sugere evoluções para o sistema de dupla safra se manter sustentável e com isso não gerar consequências drásticas ao clima e piorar o atual cenário. Este poderia ser uma deixa para inserção da variável transgenia e a tomada de decisão do portfólio de culturas.

Na literatura, ao ser tratar de tomada de decisão no campo os trabalhos mais recentes abordam a escolha das culturas e seu período de permanência no campo sem envolver a variável tecnologia empregada a sementes, ou seja, organismos modificados geneticamente. Osaki e Batalha (2014) estudam através de programação linear o melhor processo decisório para uma propriedade típica em Sorriso (MT) que faz uso de duas safras com soja e milho. Este tipo de estudo envolvendo risco e programação linear já é bastante discutido pela academia desde os anos 1970. Contudo, a análise engloba o estudo das culturas em si sem levar em conta as tecnologias das sementes embarcadas em ambos os grãos. Para Osaki e Batalha (2014), a modelagem confirmou o que os produtores já realizam na tomada de decisão e que os sistemas atualmente empregados revelaram através da curva de fronteira eficiente que as fazendas conseguem otimizar seu potencial produtivo assim como obtém resultados financeiros com risco reduzido.

Dill, Souza e Borba (2010), utilizou-se de programação linear associada a Teoria do Portfólio de Markowitz para direcionar a tomada de decisão referindo-se ao portfólio das culturas empregadas na propriedade. Como premissas, uma série histórica de preços de 2000 até 2005 foi utilizada como base para a definição dos riscos e retornos esperados para cada cultura. Como limitações, tem-se a utilização de apenas a primeira safra no processo decisório. Nas análises mesmo levando em conta as culturas da soja, milho e girassol, também não foram inseridas as variáveis tecnologias nas sementes.

A teoria da fronteira eficiente de Markowitz, Markowitz (1952) descreve que o investidor deve diversificar sua carteira de investimento e maximizar o retorno esperado tomando por base os ativos selecionados na composição de sua carteira. Sendo assim, admite-se que existe um portfólio que possibilite um retorno esperado máximo e uma variância mínima, sendo este o portfólio mais adequado ou mesmo recomendado ao investidor. Assim, ao se colocar na análise os riscos e os retornos têm-se um resultado mais eficiente que o investimento realizado em apenas um ativo sozinho. O resultado dos portfolios eficientes é encontrado na fronteira eficiente. É importante destacar que a

utilização da teoria da fronteira eficiente de Markowitz para pesquisas na agricultura pode trazer algumas limitações, uma vez que ao se avaliar risco e retorno com base nos preços, variáveis importantes como pragas, doenças e clima podem não serem contempladas no modelo.

Outro problema que pode ser encontrado ao se utilizar uma série histórica de preços para determinar risco e retorno é que uma base histórica de preços pode ter mascarado seus resultados já que sempre existiu em grande parte dos países uma certa intervenção governamental para definição de algumas políticas de preço. Estas intervenções podem ter mascarados os resultados da análise. (Silva, et al., 2010).

Poucos são os trabalhos científicos na atualidade que relacionam risco a retorno assim como relacionam o uso de tecnologias de sementes na tomada de decisão dos agricultores brasileiros. Miguel (2013), e Kamali et al (2016) inseriram a variável tecnologia em sua análise assim como Simulações de Monte Carlo, contudo, as culturas foco foram diferentes. Miguel (2013), focou no milho e Kamali et al. (2016) direcionou sua pesquisa para a soja.

Miguel (2013), comparou a rentabilidade do milho modificado geneticamente em Guaíra (SP). Através de simulações de Monte Carlo, o resultado obtido apurou uma probabilidade maior de resultados positivos no milho geneticamente modificado frente o convencional, contudo a variável produtividade foi a que mostrou maior impacto nos resultados. Dessa forma, mesmo o trabalho buscando avaliar os resultados utilizando a variável tecnologia das sementes, a variável produtividade, que não só se relaciona com a tecnologia e também manejo e principalmente clima reforça indiretamente a preocupação dos trabalhos recentes com os riscos envolvendo a produção e o clima.

Kamali et al. (2016) levou em conta uma quantidade maior de variáveis na análise e afirma que uma consistência maior do trabalho pode ser auferida com uma quantidade maior de variáveis inclusive as relacionadas a organismos geneticamente modificados e de produção convencional e orgânica.

Souza et al. (2010) partiu de custos de produção, retorno e risco nas culturas do milho utilizando-se de ferramental clássico de análise de investimento, VPL, TIR Payback e elaboraram simulações de Monte Carlo afim de se obter as probabilidades dos melhores resultados dado diferentes cenários produtivos. Contudo, mais uma vez a tecnologia das sementes empregada não foi levada em consideração na análise pelos autores. Sabag e Costa (2015), Arêde et al., (2014), Junior (2008), também utilizaram-se de simulações de Monte Carlo visando a obtenção de cenários e avaliar a viabilidade, os

rendimentos e os riscos auferidos com a atividade leiteira (Sabag e Costa, 2015), do tomate (Arêde et al., 2014) e do sistema de floresta associado a pecuária (Junior, 2008).

Na literatura recente, inserindo-se a variável tecnologia empregada no campo, a agricultura de precisão vem sendo bastante considerada nas decisões relacionadas a tomada de decisão e gestão dos riscos no meio rural. Liu et al. (2017) e Lavorato (2016) analisaram a tomada de decisão e o uso deste ferramental produtivo (agricultura de precisão) no contexto da decisório e seus benefícios. Lavorato (2016) através da comparação entre sistemas que fazem uso de agricultura de precisão em comparação com a agricultura convencional na soja e no milho na região de Chapadão do Sul (MS) buscou avaliar a relação entre risco e retorno entre ambos os sistemas produtivos e com um viés mais gerencial e menos agrícola do negócio. Neste contexto, as condições de risco e incerteza condicionam o processo de tomada de decisão.

Lavorato (2016) utilizou como ferramental mais robusto para avaliar os resultados obtidos partiu de estimativas realizadas através do VaR (Value at risk), o CVaR (Conditional Value at Risk) e o Índice de Sharpe Modificado Monetário. O Índice de Sharpe Modificado Monetário embasou a análise comparativa entre risco e retorno atrelados as culturas da soja e do milho. Os resultados encontrados apontam para a redução de risco com o uso da agricultura de precisão, mas o índice de Sharpe Modificado Monetário apontou que não foi obtida vantagem no milho na comparação entre risco e retorno, ou seja, o milho no sistema tradicional apresentou resultados mais representativos que a utilização do sistema de precisão. Para o autor, a tecnologia empregada com a agricultura de precisão pode reduzir riscos, mas não refletir diretamente em maior rentabilidade. Ou seja, mais uma vez ao se avaliar o gerenciamento da atividade rural, os riscos envolvidos não se utilizou a variável tecnologia para a elaboração das análise, sendo estas perfeitamente ajustáveis aos modelos, uma vez que poderiam ser mais uma ferramenta na análise e tomada de decisão.

<b>Principais ferramentas</b>	<b>Autores</b>	<b>Características</b>	<b>Críticas</b>
Planejamento, fluxo de caixa, noções de finanças, estratégia, orçamento, análise de investimento	Taylor e Turner (2003), Olson (2004), Kay, Edwards e Duffy (2008)	Entre outros, tomada de decisão, risco, etc	Ferramentas Consolidadas em gestão
Questionários - Cole et al (2017), Farzaneh et al (2017)	Cole et al. (2017), Farzaneh et. al (2017), Smith (2016).	Risco, seguro agrícola e tomada de decisão	Foco em seguros agrícolas ao tratar a tomada de decisão
Mase - Questionários	Mase et al. (2017), Crane et al. (2016)	Risco e tomada de decisão	Foco em mudanças climáticas e resiliência dos produtores americanos (Mase et al, 2017)
Análise estatística (Modelo Probit)	Saqib et al. (2017)	Crédito Agrícola, risco e tomada de decisão	Não levou em conta tecnologia
Programação Linear (Otimização)	Osaki e Batalha (2014)	Dupla Safra, COMBINAÇÃO DE RISCO, maximização de produção	Não levou em conta tecnologia nas sementes
Análise de dados de Experimento de Campo	Pires et al. (2016)	Soja (precoce e tardia), Dupla Safra	Foco Agrônomo e consequências climáticas com desmatamento
Entrevistas, programação Linear, Teoria do Portfólio (Markowitz)	Souza e Borba (2010)	Primeira safra	Apenas 1ª Safra
Análise de Viabilidade, Simulações de Monte Carlo	Miguel (2013)	Milho 1ª Safra	Considerou tecnologia mas não o sistema de produção (1ª e 2ª Safras)
Análise de Sustentabilidade, Simulações de Monte Carlo	Kamali et al (2016)	Soja 1ª Safra	Apenas 1ª safra de soja. Foco em Sustentabilidade e não em resultados de sistema.
Análise de investimento, VPL, TIR Payback, simulações de Monte Carlo	Souza et al. (2010), Sabag e Costa (2015), Arêde et al., (2014), Junior (2008)	Milho (Souza et al, 2010), atividade leiteira (Sabag e Costa, 2015). Tomate (Arêde et al., 2014) Sistema de floresta associado a pecuária (Junior, 2008).	Não levou em conta tecnologia nas sementes (Souza et al 2010)
Custos, receitas e lucro em experimentos	Liu et al. (2017)	Agricultura de Precisão. Risco agrônomo	Foco Agrônomo em Batata e Agricultura de precisão
Índice de Sharpe Modificado Monetário	Lavorato (2016)	Agricultura de Precisão	Ferramentas Financeiras

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 1 – Principais trabalhos apurados, metodologias e considerações

## **Considerações finais**

O ferramental de gestão de riscos e gestão agrícola pouco tem levado em consideração nas análises envolvendo de organismos geneticamente modificados. A literatura tradicional apoia-se em ferramentas administrativas clássicas como gestão de como planejamento, fluxo de caixa, noções de finanças, estratégia, orçamento, análise de investimento assim como os artigos mais recentes relacionam riscos na agricultura e os impactos dos seguros agrícolas na tomada de decisão e de risco dos agricultores.

Neste cenário, o clima passa a ser uma das principais variáveis consideradas na análise uma vez que impacta diretamente na produtividade e nos resultados produtivos e financeiros da atividade agrícola.

Contudo, os trabalhos que envolvem a variável transgenia na tomada de decisão pecam por não incluírem o sistema produtivo ou mesmo culturas concorrentes no processo decisório. Mais culturas no sistema podem através de uma carteira maior de atividades promover uma fronteira de resultados mais eficiente dentro da propriedade como apresentado por Osaki e Batalha (2014).

Os trabalhos na academia recentemente tem buscado estudar a relação entre riscos na agricultura e seguros agrícolas e o que estas variáveis afetam a tomada de decisão de agricultores. Este ferramental destoa um pouco das características de boa parte das propriedades brasileiras que cultivam soja e milho, foco deste trabalho, uma vez que tendem a ser propriedades mais empresariais e nem sempre agricultura de subsistência como as exploradas por Cole et al. (2017), Farzaneh et al. (2017), Smith (2016) em diferentes culturas. Agricultura de precisão tem sido um fator tecnológico também inserido no grupo de variáveis que podem influenciar o processo produtivo como desenvolvido por Lavorato (2016) e Liu et al. (2017).

Este trabalho observou uma lacuna ao associar risco, tomada de decisão incluindo na variável de análise a tecnologia (transgenia) embarcada nas sementes. Uma análise mais robusta envolvendo transgenia, sistemas de produção (primeira e segunda safra) assim como simulações de cenários poderiam ser base de novos estudos futuros inserindo assim mais esta variável no processo decisório já que ainda existe um certo apelo mundial para a não utilização de transgênicos e uma aparente melhor rentabilidade nos convencionais como apontado por Guzatti e Franco (2015) e Kamali et al. (2016).

## Bibliografia

ALMEIDA, J. P. Tecnologia “moderna” versus tecnologia “alternativa”: A luta pelo monopólio da competência tecnologia na agricultura, 1989. 274 p. Dissertação de mestrado. Programa de pós graduação em sociologia rural. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1989.

ALMEIDA, G. C. S.; LAMOUNIER, W. M. Os alimentos transgênicos na agricultura brasileira: evolução e perspectivas. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 7, n. 3, 2005.

ALVES, E. Nosso problema de difusão de tecnologia. **Revista de Política Agrícola**, 21(1), 4-135, 2012.

ARÊDES, A. F.; DE OLIVEIRA, B. V; RODRIGUES, R. M.. Viabilidade econômica da tomaticultura em Campos dos Goytacazes. **PerspectivasOnLine** 2007-2010, v. 4, n. 16, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS - ABRASEM. Anuário 2015. Disponível em: < [http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2013/09/Anuario\\_ABRASEM\\_2015\\_2.pdf](http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2013/09/Anuario_ABRASEM_2015_2.pdf)>. Acesso em 22 de abril de 2017.

CÉLERES. Informativo Biotecnologia - IB16.01. 2016. Disponível em: < <http://www.celeres.com.br/2o-levantamento-de-adocao-da-biotecnologia-agricola-no-brasil-safra-201516/>>. Acesso em 09 de junho de 2017.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA. Disponível em: < <http://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>. Acesso em: 09 de junho 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABATECIMENTO – CONAB. Safras 1976/76 a 2016/17 -Séries Históricas. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 09 de junho 2017.

GUZATTI, N. C.; FRANCO, C.. Custo de produção e rentabilidade para cultura da soja nas variedades convencionais transgênica em Mato Grosso. **Revista UNEMAT de Contabilidade**, v. 4, n. 8, 2015.

COLE, S.; GINÉ, X.; VICKERY, J. How does risk management influence production decisions? Evidence from a field experiment. **Review of Financial Studies**, p, 2016.

CRANE, T., RONCOLI, C., PAZ, J., HOOGENBOOM, G. Seasonal climate forecasts and agricultural risk management: the social lives of applied climate technologies. *Weather and Society\*Integrated Studies Compendium, National Center for Atmospheric Research, Boulder, Colorado.* <http://www.sip.ucar.edu/wasis/compendium.php>. Accessed, 4.

DILL, R. P., SOUZA, F., BORBA, J. A.. Uma proposta de um modelo de otimização do portfólio para as culturas de verão. *Custos e @gronegocio on-line, Recife*, 6(3), 90-111, 2010.

FARZANEH, M., ALLAHYARI, M. S., DAMALAS, C. A., SEIDAVI, A. Crop insurance as a risk management tool in agriculture: The case of silk farmers in northern Iran. *Land Use Policy*, 64, 225-232, 2017.

JAMES, C.. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: ISAAA – International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications. Brief No. 49. Ithaca, NY, 2014.

MARKOWITZ, H. Portfolio selection. *The journal of finance*, v. 7, n. 1, p. 77-91, 1952.

JUNIOR, L. M. C., DE REZENDE, J. L. P., DE OLIVEIRA, A. D., COIMBRA, L. A. B., e SOUZA, Á. N. AGROFOREST SYSTEM INVESTMENT ANALYSIS UNDER RISK. *Cerne*, 14(4), 368-378, 2008.

KAMALI, F. P., MEUWISSEN, M. P., DE BOER, I. J., VAN MIDDELAAR, C. E., MOREIRA, A., & LANSINK, A. G. O. Evaluation of the environmental, economic, and social performance of soybean farming systems in southern Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 142, 385-394, 2017.

KAY, R. D., EDWARDS, W. M., DUFFY, P. A. **Farm management 6th ed.**. New York: McGraw-Hill, 2008.

LIU, Y., LANGEMEIER, M. R., SMALL, I. M., JOSEPH, L., FRY, W. E. Risk management strategies using precision agriculture technology to manage potato late blight. *Agronomy Journal*, 109(2), 562-575, 2017.

MASE, A. S., GRAMIG, B. M., e PROKOPY, L. S. Climate change beliefs, risk perceptions, and adaptation behavior among Midwestern US crop farmers. *Climate Risk Management*, 15, 8-17, 2017.

MIGUEL, F. B. Rentabilidade e risco da produção de milho safrinha geneticamente modificado na região de Guará-SP, 2013.

OLSON, K. D. *Farm management: Principles and strategies*. Ames: Iowa State Press, 2004.

OSAKI, M., e BATALHA, M. O. Optimization model of agricultural production system in grain farms under risk, in Sorriso, Brazil. *Agricultural Systems*, 127, 178-188, 2014.

PELÁEZ, V.; SCHMIDT, W.. A difusão dos OGM no Brasil: imposição e resistências. *Estudos Sociedade e Agricultura*, 2013.

PIRES, G. F., ABRAHÃO, G. M., BRUMATTI, L. M., OLIVEIRA, L. J., COSTA, M. H., LIDDICOAT, S, LADLE, R. J. Increased climate risk in Brazilian double cropping agriculture systems: Implications for land use in Northern Brazil. *Agricultural and Forest Meteorology*, 228, 286-298, 2016.

ROESSING, A. C.; LAZZAROTTO, J. J.. Soja transgênica no Brasil: Situação atual e perspectivas para os próximos anos. Disponível em <http://www.sober.org.br/palestra/2/186.pdf>. Acesso em 25 de março de 2016.

SABBAG, O. J.; COSTA, S. M. A.. Análise de custos da produção de leite: aplicação do método de Monte Carlo. *Extensão Rural*, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 125-145, 2015.

SAQIB, S., AHMAD, M. M., PANEZAI, S., ALI, U. Factors influencing farmers' adoption of agricultural credit as a risk management strategy: The case of Pakistan. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 17, 67-76, 2016.

SMITH, V. H. Producer Insurance and Risk Management Options for Smallholder Farmers. **The World Bank Research Observer**, 31(2), 271-289, 2016.

SOUZA, A., PEDRO, J. J., SILVA, W. D., DUCLÓS, L. C. Custos de produção, expectativas de retorno e de risco para o agronegócio do milho na região do Planalto Norte-Catarinense/Brasil. **Custos e @gronegócio on line**, 6(1), 140-159, 2010.

TURNER, J., TAYLOR, M.. **Applied farm management** (No. Ed. 2). Blackwell Science, 2003.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). Foreign Agricultural Service (FAS). Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/>>. Acesso em: junho de 2017.