



Roberto de Castro

**RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS ATRAVÉS DE DEJETOS
LÍQUIDOS SUÍNOS: UM ESTUDO DE CASO DE PRODUÇÃO RURAL
SUSTENTÁVEL**

Dissertação de Mestrado

Cruz Alta, RS 2017

Roberto de Castro

**RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS ATRAVÉS DE DEJETOS
LÍQUIDOS SUÍNOS: UM ESTUDO DE CASO DE PRODUÇÃO RURAL
SUSTENTÁVEL**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural da Universidade de Cruz Alta – UNICRUZ.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Cláudia Maria Prudêncio de Mera
Coorientador: Prof. Dr. Jackson Ernani Fiorin

Cruz Alta, RS 2017

Universidade de Cruz Alta – UNICRUZ
Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural

**RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS ATRAVÉS DE DEJETOS
LÍQUIDOS SUÍNOS: UM ESTUDO DE CASO DE PRODUÇÃO RURAL
SUSTENTÁVEL**

Elaborado por

Roberto de Castro

Como requisito parcial para obtenção do Título de
Mestre em Desenvolvimento Rural

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Cláudia Maria Prudêncio de Mera _____ UNICRUZ

Prof. Dr. João Fernando Zamberlan _____ UNICRUZ

Prof.^a Dr.^a Leonir Terezinha Uhde _____ UNIJUÍ

Cruz Alta-RS, 16 de junho de 2017.

Dedico esta obra à minha amada esposa, pelas incontáveis horas dedicadas ao estudo e que representam nossos valores e no que acreditamos. Aprendi com você que “Só se vê bem com o coração, o essencial é invisível aos olhos”.

(Antoine de Saint-Exupéry)

AGRADECIMENTOS

Agradeço e dedico este trabalho às pessoas que sempre me apoiaram, em todas as circunstâncias, para que mais esta etapa pudesse ser concluída.

Ao Pai todo Poderoso pela força, saúde, inspiração e proteção em todas as horas.

A minha família Nídia e Thor que sempre estiveram presentes e foram à base sólida para a pesquisa que resultaram na realização de um projeto e sonho.

A meus pais, minha sogra, irmãos e sobrinhos pela convivência, moral, princípios e cultura que determinam parte do que sou.

Aos docentes coordenadores desta pesquisa e do programa de mestrado que dividiram conhecimento, experiência, entusiasmo e virtudes na formação dos educadores e profissionais do desenvolvimento rural.

Aos alunos deste mestrado que dividiram alegrias, conquistas e momentos difíceis.

Aos amigos Said, Halley, Gualterberg, Sylvio Roberto, Cordeiro, Helder, Cleber, Aguiar, Provin, Vieira Lima, Rafael e Ricardo Reimann, Anderson Valentim e Michelle, André e Cíntia Saraiva, Farias, Béraud, Levino, Kaluzevicius, Marcio, Willgman, Seck, Hudson, Toure, Nyjang, Diogo, Owerney, Castro, Onésio; Wolney, Edson Velozo, Diego Bergonci, Christmann, Garibaldi, Tedesco, Gilmar, Malheiros, Tauê, Berenice, Portes, Graciliano, Remi, Henrique, Schopf, André, Vili, Danilo, Egon, Giovane, Plautz, Rosber, Henriques, Bezerra e Cleber, Machado, Severo, Alberto, Jorge, Vitor, Kaiper, Claudinei, Marcelo, Edson Gastaldo, as equipes de São Leopoldo, Rondonópolis, Cruz Alta e todos que dividiram o fardo do trabalho e do estudo, forneceram apoio, torceram, dividiram alegrias e tristezas das quais somente os sentinelas da pátria podem partilhar.

Aos irmãos Jaime Luiz Kist Ledur e Erson Kist Ledur pela amizade, apoio e parceria que viabilizaram esta pesquisa.

“Todas as grandes coisas são simples. E muitas podem ser expressas numa só palavra: Liberdade, justiça, honra, dever, piedade e esperança.”

(Winston Churchill)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

ARTIGO I

Figura 1 - Desenvolvimento Sustentável.....	19
Figura 2 - Delimitação da discussão em desenvolvimento sustentável para compor o gráfico após ação de recuperação dos solos ao longo de oito anos na propriedade rural em estudo.....	20
Figura 3 - Exemplo de gráfico de radar para acompanhar a evolução do desenvolvimento sustentável resultante da ação de recuperação dos solos ao longo de oito anos na propriedade rural em estudo.....	21
Figura 4 - Preparando o terreno e separando materiais para recuperar erosão.....	27
Figura 5 - Recuperando as erosões (reposição de material na voçoroca).....	27
Figura 6 - Área recuperada do processo erosivo.....	28
Figura 7 - Área com incorporação do calcário (próxima) e área recuperada, aguardando a incorporação (fundo).....	29
Figura 8 - Incorporação de calcário e fertilizantes, aguardando a implantação de gramíneas forrageiras.....	29
Figura 9 - Implantação da forrageira Tifton 85, primeira parte da implantação das gramíneas	30
Figura 10 - Consórcio de cinco gramíneas: resultado após consolidação do processo de recuperação (pronta para receber carga animal).....	31
Figura 11. Utilização de renques de bambu como barreiras para evitar a lixiviação e servir como quebra-ventos.....	32
Figura 12. Uso de terraços (setas inseridas pelos autores para identificação do terraço).....	32
Figura 13. Estimativa das quantidades de NPK fornecidos em diferentes doses de biofertilizante de dejetos líquidos de suíno (DLS) à densidade de 1025 kg m ⁻³	34

Figura 14. Critérios atingidos (A) e não atingidos (N) pela discussão em desenvolvimento sustentável.....	39
Figura 15. Gráfico das dimensões do desenvolvimento sustentável resultantes da ação de recuperação dos solos ao longo de oito anos na propriedade rural em estudo.....	39

ARTIGO II

Figura 1. Quadro esquemático para desenvolver os cenários a partir de um cenário real.....	48
--	----

LISTA DE TABELAS

ARTIGO I

Tabela 1 - Custos de recuperação da propriedade e custos de implantação das gramíneas forrageiras.....	26
Tabela 2 - Resultado da análise da forrageira, matéria seca, características físicas e químicas.....	30
Tabela 3 - <i>Payback</i> hipótese de produção máxima 10 und ha ⁻¹ (em R\$).....	36
Tabela 4 - <i>Payback</i> hipótese de produção média 7 und ha ⁻¹ (em R\$).....	37
Tabela 5 - Valor Presente Líquido VPL, com TMA considerando financiamento para a agricultura familiar e IPCA (em R\$).....	38

ARTIGO II

Tabela 1 - Possibilidades máximas e necessidades de nutrientes para os cenários de produção (Kg).....	50
Tabela 2 - Fluxo de Caixa da Propriedade de 2008 a 2017.....	51
Tabela 3 - Cenário produtivo agrícola, culturas de milho e trigo.....	52
Tabela 4 - Necessidades nutricionais e custos de produção de forrageiras	53
Tabela 5 - Cenários produtivos pecuários.....	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEPA	Centro de Pesquisa em Alimentação
CO	Custo Operacional
CQFS	Comissão de Química e Fertilidade do Solo
DLS	Dejetos líquidos de suínos
I	Investimentos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MO	Montante Operacional
MOS	Matéria Orgânica do Solo
MS	Massa seca
R	Resultado Nacional
RB	Receita Bruta da engorda dos bovinos
RO	Receita Operacional
RS	Receita Líquida dos Suínos
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
Var	Variação
VPL	Valor Presente Líquido

LISTA DE SÍMBOLOS

Al	alumínio
Σ	somatório
ha	hectare
Kg	kilograma
K ₂ O	óxido de potássio
m ³	metro cúbico
mg dm ⁻³	miligrama por decímetro cúbico
NPK	nitrogênio-fósforo-potássio
t	toneladas
N	nitrogênio
P	fósforo
K	potássio
Unid	unidade
@	arroba
P ₂ O ₅	pentóxido de fósforo
Mcal	milhão de calorías
g	grama

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 ARTIGO I	14
3 ARTIGO II.....	44
4 DISCUSSÃO E RESULTADOS.....	60
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62

1 INTRODUÇÃO

As terras degradadas ameaçam a projeção da produção agropecuária no mundo. Os solos podem ser degradados por diversas ações, são as mais comuns por erosão, arenização, salinização e alagamentos. Outra preocupação é a perda de fertilidade, tal processo reduz a eficiência da produção rural colaborando com as perdas ocasionadas por questões climáticas nos impactos sobre os estoques e a segurança alimentar mundial.

No Brasil, a erosão e perda de fertilidade são as maiores dificuldades encontradas decorrentes da degradação dos solos e está presente em todo o território nacional em distintas escalas. No processo erosivo, o fenômeno é discutido por Ferreira *et al.*, (2016) como a ação hidráulica das precipitações e a erosão eólica promovem a perda de vegetação e solo ocasionando perda de fertilidade.

A questão da degradação ambiental, perda de fertilidade e ação erosiva foram amplamente discutidas por (MILLER, 2007; GUERRA, 2012; GÓMEZ, 2012; KICHEL, 2015, RODRIGUES, 2016) em decorrência dos efeitos negativos na economia, perda de produtividade agropecuária, aumento dos custos de produção e perda de eficiência. Os impactos sociais do endividamento e perda da propriedade familiar também cercam a esfera da discussão. O cenário apresentado é desfavorável às gerações futuras, porém pela ação decorrente da discussão sobre desenvolvimento sustentável promovem medidas corretivas.

No presente, foi realizado uma pesquisa descritiva de um estudo de caso dividida em duas propostas, a primeira proposta trata da recuperação de áreas degradadas por erosão e perda de fertilidade através do uso de fertirrigação de dejetos líquidos suínos e seus efeitos na ótica do desenvolvimento sustentável no decurso de oito anos da implementação da ação. A segunda proposta trata da apresentação de cenários produtivos de produção rural com o uso de dejetos líquidos suínos no processo produtivo, fornecendo parâmetros de custos operacionais para um bom assessoramento ao produtor rural na tomada de decisão.

A estratégia para incentivar a recuperação das áreas degradadas e uso de biofertilizante é discursada por Guerra (2012) pelas vantagens decorrentes na esfera socioeconômica do manejo adequado dos solos e pastagens para conservação ambiental. Nessa perspectiva, esta pesquisa tem como objetivo realizar um estudo de caso da recuperação de áreas degradadas por erosão analisando a viabilidade do modelo de desenvolvimento sustentável nas dimensões ambiental, social e econômica.

Num segundo momento a questão do desenvolvimento sustentável com ênfase na questão econômica passa a ser foco da pesquisa. O discurso de Almeida (2003) é utilizado na quebra de paradigmas, pois oferece opções de produção que partem do simples para o complexo e do real para o abstrato. Permite concluir novas possibilidades por inferência holística. Sendo assim, este estudo vai ao encontro ao postulado por Miller (2007) no qual o desenvolvimento sustentável pode ser alcançado por iniciativas individuais.

Nessa perspectiva, esta pesquisa tem como objetivo analisar o impacto técnico, de desenvolvimento sustentável e econômico da utilização de dejetos líquidos suínos na produção rural em áreas com solos recuperados, em diferentes cenários de produção.

2 ARTIGO I

RESUMO

RECUPERAÇÃO DE SOLOS: UMA PROPOSTA PARA O DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL

Autor: Roberto de Castro

Orientador: Prof.^a Dr.^a Claudia Maria Prudêncio de Mera

Coorientador: Prof. Dr. Jackson Ernani Fiorin

A degradação dos solos é um problema que ameaça o meio ambiente, a economia pela perda na eficiência de produzir alimentos e social pela impossibilidade do produtor rural permanecer na atividade agrícola. A recuperação dos solos degradados é prioridade na atualidade e tema da Bonn Challenge realizada em 2016, sendo uma proposta de compromisso entre nações, empresas e indivíduos. A proposta apresentada concebe a recuperação de solos degradados pela erosão e recuperação da fertilidade na pecuária através de um modelo de consórcio entre suinocultura e bovinocultura de corte, com manutenção da fertilidade das pastagens através da fertirrigação de dejetos líquidos de suínos. A metodologia utilizada foi baseada na pesquisa descritiva com levantamento bibliográfico, análise de dados e entrevistas através do estudo de caso integrado de um empreendimento. O resultado da ação de recuperação do solo apresentada neste estudo é uma nova dinâmica da produção no conceito do desenvolvimento sustentável que possibilitou ganhos na dimensão ambiental, social e econômica.

Palavras-chave: Degradação dos solos. Desenvolvimento sustentável. Fertirrigação.

ABSTRACT

SOIL RECOVERY: A PROPOSAL FOR SUSTAINABLE RURAL DEVELOPMENT

Author: Roberto de Castro

Advisor: Prof.^a Dr.^a Claudia Maria Prudêncio de Mera

Co-advisor: Prof. Dr. Jackson Ernani Fiorin

Soil degradation is a problem that threatens the environment, economy by loss in food production and social product efficiency because the countryside producer can not remain in the fields. The recovering of degraded soils is a priority in the present and theme of the Bonn Challenge carried out in 2016, being a compromise proposal between nations, companies and individuals. One conceived proposal for recovery of degraded soils by erosion and recovery of the fertility in the livestock is the model of consortium between swine and beef cattle, with maintenance of the pastures fertility by the fertirrigation using liquid pig waste. The methodology used is the descriptive research with a bibliographical survey, data analysis and study by a integrated study case of an enterprise belonging to two countryside producers. The result of the soil recovering action in a new beef production dynamics in the concept of sustainable development that brings gains in the environmental, social and economic dimension.

Keywords: Soil degradation. Sustainable development. Fertirrigation.

1 INTRODUÇÃO

As terras degradadas são desafios a serem superados para o aumento da produção agropecuária no mundo. Os solos podem ser degradados pela ação da erosão, arenização, salinização, alagamentos e perda de fertilidade, tal processo ameaça a segurança alimentar mundial. No Brasil, em geral, a ameaça ao solo é decorrente da desertificação na Caatinga e da erosão e perda de fertilidade em todo o território nacional. No processo erosivo, segundo Ferreira *et al.*, (2016) há perda de vegetação e de camadas do solo, que ocasionam a perda de matéria orgânica e fertilidade.

A degradação dos solos pela perda de fertilidade e a ação erosiva tem sido amplamente discutida por (MILLER, 2007; GUERRA, 2012; GÓMEZ, 2012; KICHEL, 2015, RODRIGUES, 2016) em decorrência dos efeitos na esfera ambiental como perda de camadas do solo, a deterioração do ecossistema, poluição e assoreamento dos cursos de água. A degradação ambiental atinge a economia pela perda de produtividade agropecuária ocasionando num aumento dos custos de produção e perda de eficiência. Os produtores rurais afetados acabam se endividando e perdendo sua propriedade ocasionando problemas sociais. O cenário apresentado é uma clara ameaça às gerações futuras. Pensando em assegurar um futuro mais favorável surgiu a discussão sobre desenvolvimento sustentável com ações que favoreçam a questão ambiental, social e econômica.

O estudo de caso a ser apresentado é uma iniciativa de produtores preocupados em fazer a diferença ao empregar o desenvolvimento sustentável pela recuperação do solo numa propriedade que consorcia a suinocultura com a bovinocultura de corte. A ação de recuperação de solos move a comunidade científica no Brasil. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (2016) acusa que 30 milhões de hectares - possuem algum tipo de degradação. Do mesmo modo em outros países, no México trabalhos de Gómez (2012) levantaram que em quase um milhão de hectares na província de Chiapas existe necessidade de recuperação de áreas degradadas em declividade. Nos Estados Unidos há uma coletânea de pesquisas de Miller (2007) com questões de risco ambiental que ameaçam áreas por todo o globo. Na última esfera, países discutem em foros a implementação de pautas referentes as mudanças climáticas, são as Conferências das Partes - COP, voltadas a um esforço para a redução na emissão de gases do efeito estufa. O Brasil como país signatário fomenta estudos de recuperação de áreas degradadas, pois a degradação dos solos afeta diretamente o equilíbrio produtivo de alimentos, o meio ambiente, a economia e a sociedade como um todo.

A estratégia adotada por Guerra (2012) é demonstrar que fatores socioeconômicos aplicados nas propriedades rurais possuem um papel importante nos incentivos aos produtores para recuperar áreas degradadas e a praticar o manejo adequado dos solos e pastagens para a sua conservação. O conhecimento sobre as causas e os danos da erosão e dos processos de conservação dos solos tem crescido rapidamente nos últimos anos. Tal corrente deve promover a questão ambiental e desenvolver o pensamento de desenvolvimento sustentável nos produtores mesmo sem políticas e incentivos governamentais.

Sendo assim, este estudo de caso vai ao encontro ao proposto por Miller (2007) onde é necessária a busca por soluções individuais para contribuir com o desenvolvimento sustentável.

Nessa perspectiva, esta pesquisa tem como objetivo realizar um estudo de caso da recuperação de áreas degradadas por erosão analisando indicadores de sustentabilidade nos sistemas produtivos nas dimensões ambiental, social e econômica.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo de caso possui uma pesquisa considerada descritiva, sendo um relato detalhado de um fenômeno social (GODOI; MELLO; SILVA, 2010). O problema de pesquisa estudado terá uma abordagem quanti-qualitativa. A pesquisa qualitativa para Prodanov & Freitas (2013) caracteriza-se por valorizar os aspectos não apreensíveis pela análise estatística, ampliando a valoração da subjetividade. Tal percepção dos dados gera a interpretação conforme Yin (2010) do contexto, para o presente é o desenvolvimento sustentável, em relação ao caso único, envolvendo duas propriedades, sendo uma produtora de suínos e outra produtora de bovinos de corte, para analisar qual a profundidade das dimensões que compõem o desenvolvimento sustentável: ambiental, econômica e social.

Para atingir os objetivos deste estudo, foi realizada uma pesquisa descritiva composta de levantamento, classificação e interpretação dos dados referentes ao tema. A pesquisa descritiva para Gil (2009) tem como objetivo principal a descrição das características de determinada amostra, população ou fenômeno, estabelecendo relações entre as variáveis. O objetivo deste estudo pretende explorar a discussão do tema por meio de entrevista semiestruturada, documentos e pesquisa a campo para analisar o impacto da recuperação de solos nas dimensões ambiental, social e econômica.

O trabalho utilizou-se da pesquisa bibliográfica e do levantamento de dados como

procedimentos técnicos para sua viabilidade. A pesquisa bibliográfica segundo Godoi, Mello e Silva (2010) quando elaborada a partir de material já publicado, busca informações e dados de publicações, constituído principalmente de livros, artigos e teses de periódicos de origem nacional ou internacional, e na internet, realizados por outros pesquisadores.

É importante realizar a revisão bibliográfica sobre o que foi pesquisado e publicado na área de interesse a fim de fortalecer os conceitos para validar o estudo. A pesquisa bibliográfica foi relacionada aos dados coletados num processo hipotético-dedutivo para a reafirmação de ideias ou a formulação de um novo conceito (GODOI; MELLO; SILVA, 2010).

A coleta de dados de caráter qualitativo foi realizada em dezembro de 2016, por meio de entrevista semiestruturada de maneira a proceder a uma pesquisa de investigação social para que este estudo de caso seja “um método de olhar a realidade social” (GOODE & HART, 1968, p. 421).

O estudo foi realizado através de entrevista semiestruturada com o objetivo de compreender as questões e situações relativas. O roteiro da entrevista pode ser aperfeiçoado ou modificado durante a pesquisa (GODOI; MELLO; SILVA, 2010). No estudo de caso qualitativo não se trabalha com o conceito de amostragem estatística, cabendo ao pesquisador determinar a saturação de dados e quando encerrar a pesquisa de campo (TAYLOR E BOGDAN, 1998).

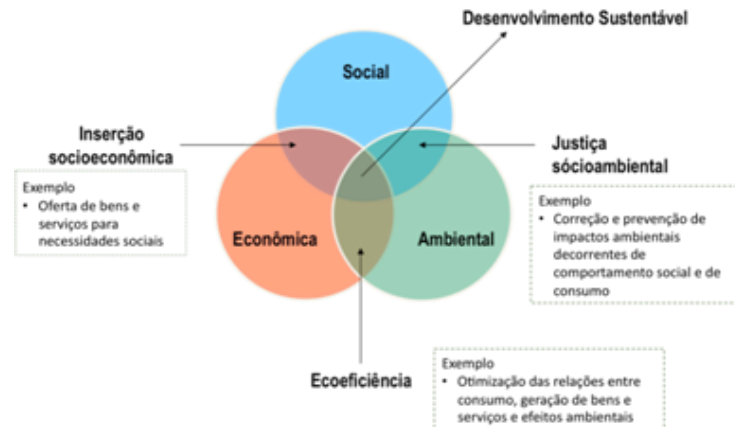
2.1 Análise de dados pela abordagem de indicadores de sustentabilidade que contribuem para o Desenvolvimento Sustentável

A análise dos dados é uma atividade reflexiva na qual o pesquisador transforma dados em conceitos, dando sentido próprio e conexão ao todo. O resultado da análise qualitativa é o nível de síntese mais elevada para apoiar conclusões válidas apoiadas nos dados (GODOI; MELLO; SILVA, 2010).

O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu com a Comissão Brundtland, (1987, p. 24) sendo definido pelo “desenvolvimento que encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades”. Com base nessa ideia a comissão, acredita que há necessidade da participação das nações, governos e empresas a fim de encontrar um caminho para integrar com equilíbrio a dimensão ambiental, social e econômica, permitindo um futuro para as próximas gerações através do desenvolvimento sustentável. Esta ideia segue conforme a Figura 1, idealizada com base na Comissão Brundtland (1987) por Jhon Elkington (1997) que apresentou o conceito das 3

dimensões no livro Canibais de garfo e faca. Onde definiu o tripé da sustentabilidade (A, S e E).

Figura 1. Desenvolvimento Sustentável



Fonte: Ecopolo (2016) adaptado de Elkington (1997)

2.2 Caracterizando a área de estudo

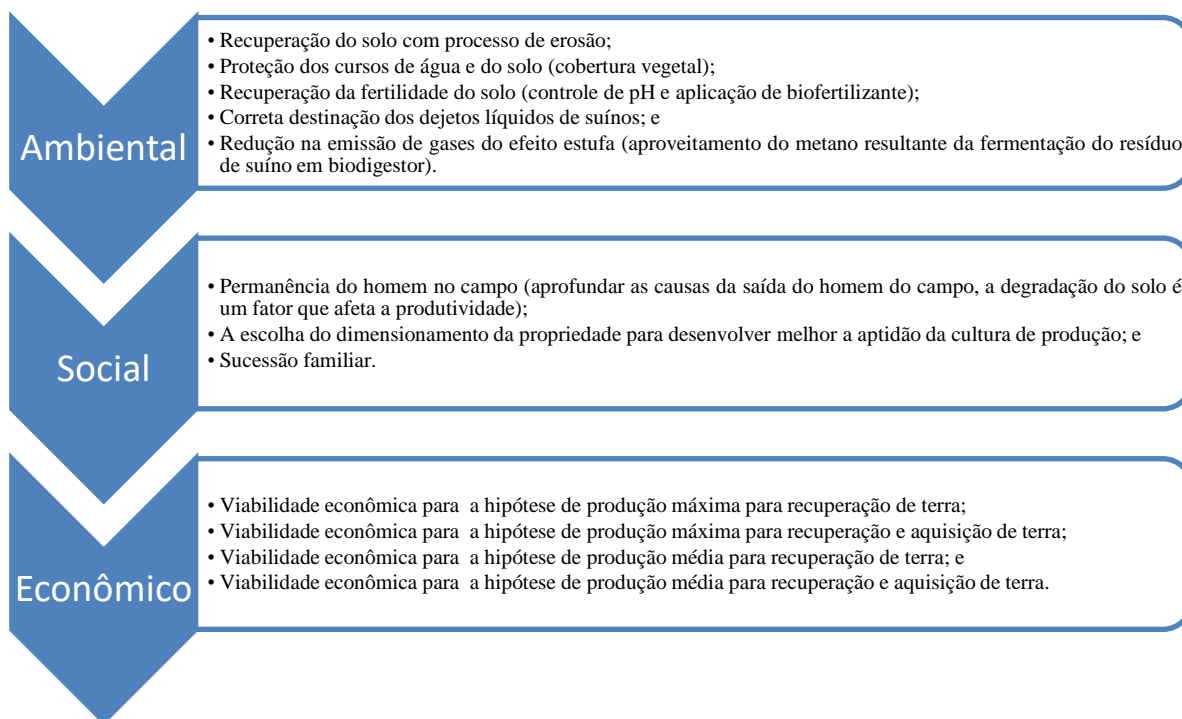
A área de estudo está localizada no município de São Nicolau, região Noroeste do estado do Rio Grande do Sul, em duas propriedades que trabalham em conjunto, e cuja área somada chega a 100 ha para a produção de carne suína e bovina. A caracterização dos produtores é de um ser agricultor familiar, denominado de produtor A, que trabalha sozinho na propriedade e o outro produtor não familiar, denominado de produtor B que contratou um funcionário para apoiar na produção da propriedade. A propriedade passou por um processo de recuperação de solo e fertilidade, que foi fotografada, estudada com discussão de dados e resultados do trabalho de recuperação realizado num período de oito anos, da aquisição das primeiras glebas de terra em São Nicolau – RS.

2.3 Medindo a sustentabilidade da ação de recuperação do solo

No trabalho de Mouron *et al.*, (2016) a sustentabilidade é quantificada em gráfico de radar para melhor observação do leitor da dimensão mais desenvolvida pois apesar de haver o desenvolvimento sustentável há dimensões mais desenvolvidas do que outras. Na delimitação dos fatores a serem quantificados nas discussões foi seguida a orientação de Becker (2002), que adota como agricultura sustentável a diversificação produtiva e lógica de subsistência com a redução do uso de insumos externos, adubação orgânica, conservação do solo e redução de

custos. Sendo, pelos autores os critérios, que vão compor a discussão ambiental, social e econômica para compor o desenvolvimento rural deste caso, conforme Figura 2.

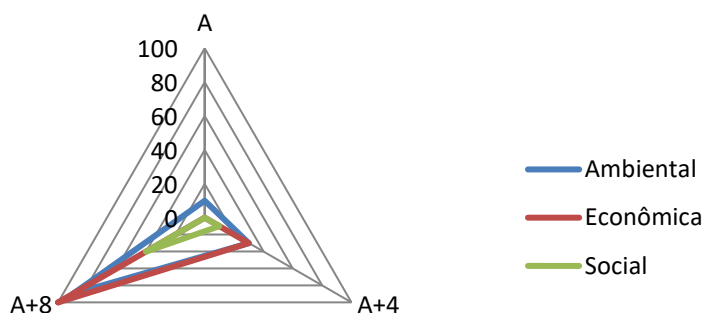
Figura 2. Delimitação da discussão em desenvolvimento sustentável para compor o gráfico após ação de recuperação dos solos ao longo de oito anos na propriedade rural em estudo



Fonte: elaborado pelos autores.

Conforme Figura 2, a seguir, para cada fator atingido dos fatores diagnosticados na pesquisa ao longo do período de estudo do ano A (inicial ou ano 0) até atingir o oitavo ano (A+8), será atribuída a porcentagem de impacto nas três dimensões do desenvolvimento sustentável em questão.

Figura 3. Exemplo de gráfico de radar para acompanhar a evolução do desenvolvimento sustentável resultante da ação de recuperação dos solos ao longo de oito anos na propriedade rural em estudo (em %)



Fonte: Elaborado pelos Autores (2017).

A análise das discussões ambiental, econômica e social, que vão compor o gráfico de radar como o exemplo da Figura 3 é bem simples, durante a discussão o número de fatores abordados previstos na Figura 2, seja pelas entrevistas, análise dos dados ou pesquisa bibliográfica irão compor a escala de 0 a 100% onde o 0% será atribuído se nenhum fator da dimensão foi atingido e o 100% se todos os fatores identificados foram atendidos na dimensão pela ação da recuperação do solo. No caso de nem todos os fatores identificados terem sido atingidos será conferida a porcentagem na proporção atingida conforme o tempo decorrido para observação do processo que foi de oito anos. A discussão do tema e sua quantificação permitirá responder se houve avanço ou retrocesso no processo apresentado.

3 RESULTADO E DISCUSSÕES

O processo de recuperação de áreas degradadas e a manutenção da fertilidade com dejetos suínos líquidos ao longo de oito anos permitiu a abordagem sistêmica sobre o fenômeno do desenvolvimento sustentável. O resultado foi uma pesquisa com discussões em profundidade a respeito da questão ambiental, social e econômica para determinar o grande desenvolvimento sustentável atingido pela ação.

3.1 O cenário da degradação de solos e a discussão ambiental

A degradação dos solos é uma preocupação mundial que resultou no Desafio de Bonn, aderido pelo Brasil em 3 de dezembro de 2016, um esforço global para restaurar 150 milhões

de hectares das terras desmatadas e degradadas do mundo até 2020 e 350 milhões de hectares até 2030. O Desafio de Bonn não é um novo tratado mas a execução simplificada de diversos tratados anteriores incluindo a meta de neutralização da degradação do solo ratificada na Rio + 20. O compromisso firmado pelo Brasil é de recuperar 12 milhões de hectares até 2030. Espera-se com esta meta benefícios na casa de 3,7 bilhões de dólares e o sequestro de 1,4 bilhão de toneladas de gás carbônico - CO₂ (BONN CHALLENGE, 2016).

O Brasil segundo o IBGE (2006) possui 10.701.609 hectares degradados, sendo 795.997 hectares por arenização ou erosão, distribuídos em 385.033 propriedades. A quantidade de área sobe para cerca de 30 milhões de hectares, se for considerada as áreas de pastagens com algum estágio de degradação. O resultado, neste caso, é a baixa produtividade para o alimento animal. O uso correto de tecnologias e de boas práticas agropecuárias torna possível reinseri-los ao processo produtivo. O solo degradado é consequência da perda de sua capacidade física e química (fertilizantes) de continuar produtivo, o que o impossibilita de reter CO₂. A degradação ambiental impõe elevados custos à sociedade, além do empobrecimento do produtor rural (MAPA, 2016).

Neste cenário de preocupações com o meio ambiente, a recuperação dos solos degradados torna-se dever de todos. O regramento nacional prevê que a recuperação conforme inciso XIII, do art. 2º da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, é a “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original”. Logo, existe a possibilidade de aliar a preocupação nas dimensões: social, ambiental e a econômica, de maneira a estimular a iniciativa do produtor em vez de impor a coerção. Desta forma, a execução da lei de conservação da natureza, ficou mais viável com o Novo Código Florestal, letra e, do inciso II do art. 41 da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que estimula a recuperação de áreas degradadas pelo incentivo de linhas de financiamento para atender estes fins, com recuperação da vegetação nativa e promoção do desenvolvimento de atividades produtivas sustentáveis. A degradação de solo implica em danos ambientais, na perda de produtividade, desvalorização do preço da terra, inviabilizando a permanência da família na atividade rural ocasionando problemas sociais e ambientais por onde ocorre.

Os campos nativos geralmente se caracterizam por solos com níveis tóxicos de alumínio, deficiência hídrica sazonal e extrema pobreza nutricional (GOMES *et al.*, 2015) em termos de carga animal esses campos suportam apenas 0,5 unidade animal por hectare (KICHEL, 2015).

Reduzir impactos decorrentes de práticas agrícolas e florestais é um objetivo governamental para reduzir a burocracia e atender esta expectativa a nível nacional foi acertada a nova Lei Florestal, no que trata a obrigatoriedade de recuperação do passivo ambiental, promovendo a reinserção dessas áreas em processos produtivos e servindo de modelo na gestão ambiental de propriedades familiares rurais (BARBOSA *et al.*, 2015).

Os solos degradados por erosão apresentam desgaste por lixiviação ou vento. Em casos mais acentuados as erosões recebem o nome de voçorocas, para Ferreira (2007) este tipo de erosão consiste no deslocamento de grande quantidade de solo, de modo a formar canais de consideráveis dimensões que impedem o trânsito de máquinas e reduzem a área economicamente viável da propriedade rural.

Os resultados do processo erosivo para Pereira *et al.*, (2016) promove escoamento superficial de água, culminando no transporte de partículas de solo e nutrientes. Observou-se na sua fase inicial, a ocorrência da erosão laminar com escoamento difuso, contudo na sequência há incidência de micro incisões erosivas. Desse modo, o processo erosivo interfere e afeta a qualidade de recursos naturais importantes para a sobrevivência dos seres vivos pela poluição de rios por acúmulo de material de partículas de solo e matéria orgânica, carregados pelo escoamento superficial da água. A erosão por voçoroca é a principal fonte de produção de sedimentos na bacia hidrográfica, ocorre tanto em encostas íngremes como em baixa declividade, degradando o ambiente em dimensões espaciais significativas.

Além da degradação visível, a lixiviação promove a perda da fertilidade e acidificação do solo, bem como a compactação e perda da camada de Matéria Orgânica do Solo – MOS das áreas desprotegidas de vegetação.

3.2 A recuperação de áreas degradadas

A recuperação dos solos ainda é parte de um processo muito antigo de soluções como descrito por Miller (2007) o processo de recuperação e a prevenção à erosão são atingidos pela construção de terraços ou terraceamento, cultivo em nível e o cultivo em faixas, plantação em aleias e quebra-ventos.

O processo de recuperação das áreas degradadas pela erosão inicia pela cobertura da voçoroca com o tamponamento do buraco com terra. Após a cobertura da erosão Miller (2007) recomenda a implantação de terraços acompanhando o contorno do terreno para diminuir o desgaste do solo e lixiviação em encostas íngremes. O esperado é que esses terraços retenham

a água e nutrientes em seus níveis aumentando a infiltração e reduzindo a erosão ocasionada pelo escoamento superficial da água. O cultivo em faixas permite aumentar a eficiência dos terraços, pois a sobreposição de culturas permite uma melhor cobertura do solo, reduzindo o escoamento superficial da água e reduzindo a chance da formação dos insetos-praga e doenças advindas das práticas de monoculturas. O último recurso a ser implantado são os quebra-ventos pelo plantio de linhas de árvores ou renques de bambu para reduzir a velocidade do vento que também desencadeia o processo erosivo, outros benefícios advindos é a serventia de abrigo para pássaros que vão combater pragas e insetos polinizadores.

A correção da acidez é recomendada por Ferreira (2007) assim que terminam as obras de contenção como primeiro passo para a recuperação da fertilidade do solo, muitas vezes é necessário realizar a adubação da área que sofreu calagem antes do plantio da cobertura vegetal, pois a ação da lixiviação carrega os nutrientes, empobrecendo o solo.

A cobertura vegetal para Guerra (2012) e Gomes *et al.*, (2015) é recuperada através da dispersão de sementes e do recrutamento de novas plântulas. A vegetação tem como objetivo a proteção do solo contra a erosão e provimento de matéria orgânica a ser incorporada ao solo.

O objetivo final da recuperação é a retomada da fertilidade do solo, este processo para Baldotto *et al.*, (2015) deve-se ao aumento dos teores de matéria orgânica do solo e a ativação de diversos processos químicos, físicos e biológicos no solo. Estas qualidades manifestam-se em propriedades com maior resistência à erosão e menores perdas por lixiviação, com aumento da taxa de infiltração e retenção de água no solo com capacidade de retenção de cátions e baixo índice de Al^{3+} e H^+ . Neste solo deve haver a ciclagem de nutrientes e outros elementos químicos, possibilitando elevada fertilidade e maior resistência da cultura.

A dinâmica da recuperação de um ecossistema que no caso é de pastagem diferencia de áreas florestais ou agrícolas. O ambiente para Jorge e Souza (2015) é composto por três universos distintos: solo, planta e animal, uma conjuntura afetada pela dinâmica climática, caracterizada por uma complexa interação de fatores que lhe confere um aspecto extremamente particular e dinâmico.

3.3 A ação de recuperação na propriedade da área de estudo

A propriedade em questão foi consolidada pela aquisição de terras degradadas por erosão em estágio avançado, sendo realizado o trabalho de recuperação das voçorocas.

A análise de solo da propriedade em estudo na condição inicial indicou que a área a ser trabalhada possui as seguintes características: pH 5,1, Argila 35%, Índice SMP 5,7, Fósforo < 3,0 mg dm⁻³, Potássio 61 mg dm⁻³, Matéria Orgânica 2%; CTC 11,1 Cmol_c dm⁻³ Alumínio 0,7 Cmol_c dm⁻³, Cálcio 2,9 Cmol_c dm⁻³, Magnésio 1,9 Cmol_c dm⁻³, H + Al 6,2 Cmol_c dm⁻³. A análise de solo permite a interpretação de que se trata de um solo ácido, pois a acidez ideal é de pH 6,0 com baixo teor de matéria orgânica, sendo o teor ideal maior que 5,0 e com pouca disponibilidade de nutrientes principalmente, com maior gravidade para o Fósforo.

A área encontrava-se com degradação por erosão e pelos dados da análise de solo com perda de fertilidade, o que segundo Miller (2007) é em decorrência da degradação do capital natural por erosão. A Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC (2016) caracterizaria a área como de elevada acidez (pH muito abaixo de 6,0 e presença de Al⁺³ tóxico) e baixa fertilidade caracterizada pelos teores de matéria orgânica, P e K apresentados na condição inicial.

A correção de acidez foi recomendada por um engenheiro agrônomo e realizada com a incorporação de calcário (PRNT 80%) na proporção de 6 t ha⁻¹, com revolvimento da camada 0-20 cm, lavrando e gradeando novamente. Isto é necessário para melhorar a ação do carbonato de cálcio cujo processo leva em torno de 3 meses. Por fim, uma aplicação de adubação química para recuperar a fertilidade com 140 Kg de N ha⁻¹, 170 Kg P₂O₅ ha⁻¹ e 140 Kg K₂O ha⁻¹, antes da implantação das gramíneas forrageiras. A partir dessa fase, segue o programa de manutenção de fertilidade na qual se aplica aproximadamente 60 m³ de DLS ao ano para suprir a exportação de NPK necessária para manter as forrageiras de verão e inverno.

Foram adquiridos seis hectares de área de terra degradada no ano de 2016. O custo na aquisição desta área foi de 200 sacas de soja por hectare (preço de referência R\$ 70,00 sc⁻¹), totalizando R\$ 14.000,00 por hectare. A ação inicial de recuperação da área ocorreu através do preenchimento das voçorocas com pedras e troncos na parte mais profunda, pedriscos e terra na camada intermediária e apenas terra na camada mais superficial. A divisão em camadas tem relação a profundidade da erosão que atingia um nível maior que um metro em determinados pontos da área do estudo.

Os custos de sistematização e recuperação da área degradada, da manutenção de fertilidade e de produção são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Custos de recuperação da propriedade e custos de implantação das gramíneas forrageiras

Ações para recuperação do solo	Custos de recuperação (ha ⁻¹)	Discriminação do custo Fixo	Descrição	Custo anual (ha ⁻¹)
Aluguel de máquinas, combustível e mão de obra	R\$ 500,00	Manutenção da fertilidade	Aplicação de 60 m ³ ha ⁻¹ de DLS	R\$ 200,00
Calcário calcítico	R\$ 1.000,00	Manutenção de pH	Aplicação de calcário calcítico*	R\$ 150,00
Fertilizantes N, P e K	R\$ 500,00	Discriminação do custo variável		Custo de produção por animal
Plantio de forrageira gramínea	R\$ 800,00	Custos unitário de produção durante a engorda		R\$ 180,00
Custo Total de recuperação	R\$ 2.800,00	Custo Total por hectare em produção (C. Fixo + C Variável)		R\$ 350,00 + (N x R\$ 180,00)

Legenda: *: Aplicação de calcário é a cada dois anos, sendo o custo dividido como anual para constar no estudo.
N: quantidade de animais em engorda por hectare.

Fonte: Autores com base na pesquisa.

Os custos de recuperação da área degradada ficaram totalizadas em R\$ 2.800,00 por hectare. Em conjunto com esse trabalho também são adotadas atividades para a manutenção da fertilidade e controle da acidez do solo, conforme descrito na Tabela 1, a intenção das ações é de aumentar carga animal das pastagens da propriedade.

A expectativa dos produtores, é aumentar a produção da forragem, objetivando elevar a lotação para 5 unidades animal por hectare de bovinos de corte com a utilização em dois ciclos de pastejo/engorde, totalizando 10 animais por ano terminados para abate, dentro de condições climáticas favoráveis. Considerando condições climáticas mais severas é possível uma lotação de 3,5 unid ha⁻¹ ciclo⁻¹, com base na experiência dos produtores. Com base nos dados de produção o ganho de carcaça é de aproximadamente 1 kg ao dia, totalizando 9 arrobas por animal durante o período de engorda.

3.4 Análise da dimensão e do processo de recuperação da área

De acordo com os produtores, inicialmente foi avaliada a situação e realizado o planejamento para a recuperação da área. Foi escolhida uma área da propriedade com muita pedra e inviável para a agropecuária, para fornecer o material a ser usado na recuperação das erosões. O material (pedras, pedriscos, tocos, restos vegetais e terra) foi recolhido conforme a Figura 4 e depositado nas erosões conforme a Figura 5.

Figura 4. Preparando o terreno e separando materiais para recuperar erosão



Fonte: Acervo dos Produtores (2016)

Figura 5. Recuperando as erosões (reposição de material na voçoroca)



Fonte: Acervo dos Produtores (2016)

Na recuperação da área erodida, o material depositado foi todo obtido na própria propriedade, reduzindo o custo do processo (Figura 6). Após o término dos trabalhos de sistematização do terreno, inicia-se o processo de melhoria do solo por calagem.

Figura 6. Área recuperada do processo erosivo



Fonte: Acervo dos Produtores (2016)

O empobrecimento do solo é um fenômeno descrito por Pasquato e Tomazoni (2016) como a perda de nutrientes e da matéria orgânica pela ação da água que carrega os elementos minerais, portanto, para a melhoria da fertilidade do solo é realizada inicialmente pela correção da acidez do solo, que através do elevação do pH do solo, há um aumento na disponibilidade desses nutrientes no solo.

Na recomendação da CQFS – RS/SC (2016) considera-se o pH de referência 6,0 para o cultivo de forrageiras de espécies perenes e a tomada de decisão é $\text{pH} < 5,5$. A análise do solo na condição inicial do experimento indicou um $\text{pH} = 5,1$ devendo ser incorporado calcário na camada de 0 a 20 cm para atingir o pH de referência 6,0. A quantidade utilizada na correção da acidez do solo foi de 6 t ha^{-1} de calcário calcítico, tendo em vista a concentração de magnésio estar satisfatória. Por ocasião da aplicação do calcário foi realizado o revolvimento e gradeamento do solo. Aproveitando a necessidade de incorporação de calcário foi aplicado posteriormente, fertilizante químico na dose de $140 \text{ Kg de N ha}^{-1}$, $170 \text{ Kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ e $140 \text{ Kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ para recuperar a fertilidade do solo, conforme as Figura 7 e 8.

Figura 7. Área com incorporação do calcário (próxima) e área recuperada, aguardando a incorporação (fundo)



Fonte: Autores (2016)

Figura 8. Incorporação de calcário e fertilizantes, aguardando a implantação de gramíneas forrageiras



Fonte: Autores (2016)

Em continuidade ao processo de recuperação do solo foi realizado a implantação das gramíneas forrageiras (Figura 9), através de uma mescla de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) e Jiggs (*Cynodon dactylon*) para o verão e sobressemeado Azevém (*Lolium multiflorum*), Aveia preta (*Avena strigosa*) e Trigo duplo propósito (*BRS Tarumã*) durante o inverno para aumentar a eficiência de produção de massa verde no campo, totalizando uma forragem com cinco gramíneas ao final do processo.

Após 3 meses da implantação, totalizando cerca de 6 meses após o processo de recuperação da área, a forrageira já estava em condições de ser utilizada. Amostras de forragem foram coletadas pelo produtor A e enviadas para análise, realizada pelo Centro de Pesquisa em Alimentação – CEPA da Universidade de Passo Fundo, indicando um bom potencial de engorda

(Tabela 2).

Tabela 2. Resultado da análise da forrageira, matéria seca, características físicas e químicas

Ensaio realizado	Base Seca	Unidade	Ensaio realizado	Base Seca	Unidade
Proteína Bruta	18,73	g 100g ⁻¹	Cálcio	0,53	g 100g ⁻¹
Fibra em Detergente Neutro	68,74	g 100g ⁻¹	Fósforo	0,35	g 100g ⁻¹
Fibra em Detergente Ácido	34,17	g 100g ⁻¹	Potássio	2,41	g 100g ⁻¹
Nutrientes Digestíveis Totais	63,92	g 100g ⁻¹	Magnésio	0,22	g 100g ⁻¹
Energia Líquida de Lactação	1,45	Mcal Kg ⁻¹	Sódio	-	mg Kg ⁻¹
Energia Líquida de Manutenção	1,57	Mcal Kg ⁻¹	Digestibilidade de Matéria Seca Estimada	62,28	g 100g ⁻¹
Energia Líquida de Ganho	0,85	Mcal Kg ⁻¹	Consumo Estimado da Matéria Seca	1,75	Kg 100KgPV ⁻¹

Fonte: Produtores (2016)

Figura 9. Implantação da forrageira Tifton 85, primeira parte da implantação das gramíneas



Fonte: Acervo dos Produtores (2016)

Os resultados da combinação de espécies forrageiras gramíneas proporcionou uma cobertura densa em três meses, o que demonstrou adequado pelo fornecimento de forragem durante o ano todo pela mescla de gramíneas de inverno, de verão e resistentes a seca.

A propriedade foi dividida em quinze piquetes. Após o pastoreio ou corte da forragem é realizada uma aplicação de fertirrigação de dejetos líquidos de suíno (DLS) como forma de manutenção da fertilidade do solo e posterior a isso, passa por um período de descanso pelo rodízio de piquetes. A manutenção da fertilidade foi realizada com a aplicação de 60 m³ ha⁻¹ por ano de DLS, considerada adequada pela CQFS conforme Figura 13, sendo aplicada de forma dividida a cada pastejo ou corte da espécie forrageira.

A escolha das gramíneas foi feita por um estudo inicialmente empírico baseado na tentativa por erro e acerto conforme depoimento do produtor B, até o ajuste do melhor consórcio de gramíneas para a propriedade.

Inicialmente foi realizado o plantio de capim *Brachiaria* e *Aruana*, mas os resultados não foram animadores pela queda de produção de massa verde no inverno, o que ocasionou início de erosão e lenta recuperação da gramínea após o inverno, permitindo pastoreio somente em setembro. Daí adotamos o plantio do Tifton 85 em consórcio com Jiggs como gramíneas permanentes, mas com maior produção no verão e plantio sobreposto de Azevém, aveia e trigo duplo propósito como reforço para o inverno (PRODUTOR B, 2017).

Tendo definido as gramíneas mais aptas para as necessidades da propriedade, o uso da fertirrigação demonstrou ser uma ótima medida para a manutenção da pastagem, sem a necessidade de utilizar a adubação química. Além da fertirrigação os produtores adotaram a aplicação de calcário a cada dois anos após a implantação do sistema. Estas medidas permitiram uma longevidade da pastagem utilizada por sete anos, tendo proporcionado catorze ciclos de produção de engorda, e que ainda esteja em condições de receber a mesma carga animal utilizada quando da sua implantação (Figura 10).

Figura 10. Consórcio de cinco gramíneas: resultado após consolidação do processo de recuperação (pronta para receber carga animal)



Fonte: Autores (2016)

A cobertura com pastagem é a maior medida para proteger o solo, mas a propriedade também adota medidas complementares preconizados por Miller (2007) e Barbosa *et al.*, (2014); como o uso de renques de bambu no sentido perpendicular ao sentido que a água da chuva escoar e com função de servir como quebra-ventos e área de descanso para os animais, (Figura 11) e

terraços (Figura 12). Tais ações permitiram que o processo de erosão não retornasse a propriedade desde sua aquisição.

Figura 11. Utilização de renques de bambu como barreiras para evitar a lixiviação e servir como quebra-ventos



Fonte: Autores (2016)

Figura 12. Uso de terraços (setas inseridas pelos autores para identificação do terraço)



Fonte: Autores (2016)

É importante considerar que no aspecto ambiental a recuperação do solo degradado permite a proteção dos cursos de água e do solo, atendendo as expectativas das políticas ambientais internacionais, bem como contribui para a redução do aquecimento global pela maior captação de carbono pela atividade.

O resultado do processo de recuperação do solo com a manutenção da fertilidade por

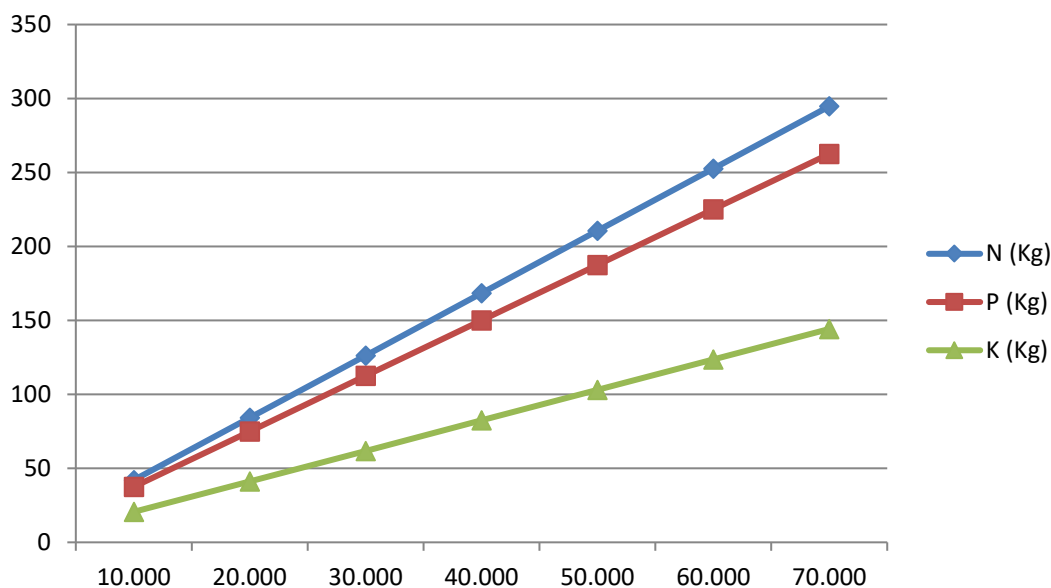
fertirrigação permite ganhos na eliminação do processo erosivo, aumento da cobertura vegetal e da fertilidade do solo, além da correta destinação dos dejetos líquidos de suínos, sendo ainda possível o aproveitamento do metano resultante da fermentação do resíduo de suíno antes da aplicação do mesmo no campo. São quatro ganhos e uma oportunidade de melhoria diagnosticada no processo.

3.5 O uso do biofertilizante como alternativa à adubação química

A disponibilidade de nutrientes provenientes dos dejetos líquidos de suínos (DLS) pela CQFS – RS/SC (2016) é calculado pela quantidade de dejetos aplicados e pela relação entre a densidade e os teores de matéria seca dos nutrientes disponíveis no biofertilizante. A quantidade de dejetos produzidos por suínos, segundo Konzen (2003) é de 12 a 15 litros animal dia⁻¹, considerando animais em terminação. A produção anual é estimada em 300 dias por ano, resultando a quantidade anual mínima esperada de DLS de 3,6 m³animal⁻¹. Conforme dados da CQFS – RS/SC (2016) o uso de um metro cúbico de DLS à densidade de 1025 kg m⁻³ corresponde a 4,21 kg de N, a 3,75 kg de P₂O₅ e 2,06 kg de K₂O.

Na propriedade em estudo há estrutura para 3.000 suínos em terminação permitindo a produção de 10.800 m³ de DLS o que garante a fertilização de 154,28 ha com 70 m³ ano⁻¹ do biofertilizante. A propriedade em questão tem área de 100 ha o que fornece a opção de comercialização ou arrendamento para aproveitar melhor o DLS disponível. Com base na CQFS – RS/SC (2016) a Figura 13 fornece uma estimativa da quantidade de nutrientes, NPK fornecidos pelo emprego do DLS. Baseado nisso, permite-se a substituição do emprego de fertilizantes químicos por DLS na manutenção da fertilidade do solo e produção de forrageiras de alta qualidade nutricional (Tabela 2).

Figura 13. Estimativa das quantidades de NPK fornecidos em diferentes doses de biofertilizante de dejetos líquidos de suíno (DLS) à densidade de 1025 kg m⁻³



Fonte: Autores com base na CQFS – RS/SC (2016)

A necessidade de emprego do biofertilizante, DLS, segundo a CQFS – RS/SC (2016), em solos de baixa fertilidade com o cultivo de gramíneas de verão/inverno é de 60 a 70 m³ de DLS com densidade de 1025. Tendo em vista os custos operacionais de aplicação, não é recomendado a aplicação de DLS com densidade abaixo de 1018, o que excederiam o volume de 70 m³ ha⁻¹ da recomendação de adubação para solos pobres em nutrientes.

O índice de eficiência agrônômica do adubo de dejetos líquidos de suínos segundo a CQFS – RS/SC (2016) é de 0,8 para o N, 0,9 para o P e de 1,0 para o K. Logo, havendo disponibilidade para o produtor deste biofertilizante é de grande viabilidade econômica e ambiental em substituição dos fertilizantes químicos.

3.6 Análise da dimensão social

A dimensão social é importante para compreender fatores subjetivos que vão influenciar as dimensões ambientais e econômicas, bem como elucidar transformações nas relações do campo na área onde o estudo foi realizado.

O Produtor B em depoimento fornece dados do por quê da escolha do município de São Nicolau para implantarem a iniciativa do consórcio de produção de suinocultura e pecuária de corte.

A nossa vinda pra cá (São Nicolau) foi em 2008, em função da construção de uma barragem no Rio Ijuí, que veio a inundar a propriedade de Roque Gonzales e como o custo unitário das terras de Roque Gonzales e região tornarem-se inviáveis para o restabelecimento da propriedade rural. A solução foi procurar por terras mais baratas, nos instalamos em São Nicolau, apesar das terras estarem improdutivas, degradadas e

com campo nativo. O cenário econômico e social tem se transformado aqui na região nos últimos oito anos, pelo arrendamento das terras para a produção de grãos, com destaque para a soja. Muitos agricultores vêm aqui em busca da nova fronteira agrícola do Rio Grande do Sul, áreas de pecuária, isto tem inflacionado muito o preço da terra. Nós da fronteira oeste estamos sendo procurados para o arrendamento ou venda de áreas para a produção de grãos. Fazendo um comparativo em sacos de soja, o preço em 2008 era de 9 a 10 sacas de soja e no ano de 2016 as negociações de áreas para compra estiveram variando de 200 até 300 sacas de soja aqui na região (PRODUTOR B, 2017).

É importante considerar que a propriedade é um diferencial de produção na região com consórcio de suinocultura e bovinocultura de corte, otimizando terras degradadas para obter alta produção, através da fertirrigação com viabilidade econômica pelo dimensionamento adequado da propriedade rural.

Do depoimento do produtor A, é possível explorar o debate sobre a problemática social, aprofundando a questão da dimensão social com o objetivo de viabilizar a permanência do produtor no meio rural.

Aqui na região nesses oito anos da criação desta propriedade podemos observar através de nossos vizinhos o problema social de saída dos produtores rurais do campo. O problema da degradação do solo torna as pastagens pouco eficientes. Um de nossos vizinhos consegue manter dez cabeças de gado em dez hectares, mas o período para engorda passa de 15 meses tornando antieconômico produzir gado de corte. Outro vizinho nos vendeu a terra este ano indo para a cidade. Por fim outros três optaram por arrendar a propriedade, deixando de produzir e indo para a cidade e estes vendem a terra por uma boa quantia de dinheiro caso haja demanda. Não se pode creditar na degradação dos solos a responsabilidade por esse êxodo, existem mais dois fatores que influem na decisão dos produtores, o primeiro é o erro na escolha do que produzir, não dá pra produzir gado de corte em dez hectares, que pela dimensão da propriedade rural, tudo pode dar lucro desde que bem planejado. O outro fator é o problema da sucessão no campo, tem gente que herda uma fatia de terra muito pequena que torna quase inviável continuar produzindo, outros não tem vocação, nem todo mundo foi feito pra lida no campo (PRODUTOR A, 2017).

Encerrando a discussão social o produtor B relata a transformação da realidade na região oeste do Rio Grande do Sul pelo avanço do plantio de grãos em terras outrora destinadas à pecuária.

O pecuarista daqui não é empreendedor, não investe e o resultado é uma produtividade muito baixa, com menos de um boi por hectare, ficando o arrendamento mais atrativo. Considero mais importante a necessidade de investimento na recuperação das terras, uso de máquinas para tapar as erosões, recuperação da fertilidade do solo e da cobertura vegetal. Claro que o arrendamento para a agricultura é uma ameaça na permanência do pecuarista no campo, pois o arrendamento para a agricultura está em torno de 8 a 10 sacas de soja, aproximadamente de R\$ 560,00 a R\$ 700,00 ha⁻¹, já existem casos do pagamento de 12 sacos de soja, o equivalente a R\$ 840,00 ha⁻¹. Um resultado mais atrativo muitas vezes do que permanecer na pecuária de corte ou para arrendamento de terras para pecuária, que fica em 6 sacos de soja no município de São Nicolau por hectare de área para recria (PRODUTOR B, 2017).

Na discussão é possível através dos depoimentos dos produtores aprofundar as causas da saída do homem do campo, a degradação do solo é um fator que afeta a produtividade e na

decisão de permanecer na atividade, porém ainda há dois fatores citados que não podem ser alterados na dimensão social, que são a escolha do dimensionamento da propriedade para desenvolver melhor a aptidão da cultura de produção e a sucessão familiar.

3.7 Análise da dimensão econômica e financeira

A análise da dimensão econômica deverá utilizar-se, segundo Olivo (2013), de dois instrumentos para o cálculo da viabilidade econômica, os processos de *Payback* e de Valor Presente Líquido - VPL. Foram considerados dois cenários, um mais favorável pelas questões climáticas e outra para condições climáticas mais severas, com a hipótese de produção máxima de 10 und ha⁻¹ e de produção média para 7 und ha⁻¹, respectivamente.

O cálculo da produção utiliza o ganho da engorda¹ de 9 @ unid⁻¹ na cotação média no estado do Rio Grande do Sul do boi gordo, que segundo Notícias Agrícolas (2017) foi de R\$ 144,78 @⁻¹. Além da cotação é importante considerar a taxa de perdas sobre o todo de 5% e o rendimento de carcaça de 52%. O resultado bruto, equivalente a 9 @, é de R\$ 643,69 por animal na propriedade.

Os cálculos dos custos incluem o custo variável por unidade de bovino em engorda de R\$ 180,00, da manutenção anual do pasto de R\$ 350,00 ha⁻¹. Além do custo fixo foi inserido a depreciação do patrimônio de R\$ 450.000,00 para 10 anos dividida pela área total da fazenda de 100 ha, que produz bovinos de corte. O cálculo dos custos por hectare fica em R\$ 350,00 + R\$ 450,00 + (N x 180,00); onde N é o número de animais ha⁻¹ (PRODUTORES, 2016).

Sendo assim, conforme a Tabela 3, o *Payback* para a hipótese de produção máxima fica em 2 anos para a recuperação e 6 anos para a aquisição com a recuperação da terra.

Tabela 3. *Payback* hipótese de produção máxima 10 und ha⁻¹ (em R\$)

Anos	Aquisição/Recuperação	Recuperação	Resultado	Produção	Custos
Ano 0	- 16.800,00	- 2.800,00	-	-	-
Ano 1	- 16.181,55	- 2.181,55	618,45	3.218,45*	2.600,00**
Ano 2	- 12.344,65	1.655,35	3.836,90	6.436,90	2.600,00**
Ano 3	- 8.507,75	-	3.836,90	6.436,90	2.600,00**
Ano 4	- 4.670,85	-	3.836,90	6.436,90	2.600,00**
Ano 5	- 833,95	-	3.836,90	6.436,90	2.600,00**
Ano 6	3.002,95		3.836,90	6.436,90	2.600,00**

* Devido ao tempo de implantação da recuperação estima-se que o produtor terá apenas a produção de um ciclo no primeiro ano (Ano 0 a 1).

** Os custos incluem a manutenção do pasto, depreciação e o custo de produção de 10 unidades de bovino de corte.

Fonte: Autores com base nos dados dos Produtores

¹ A média de engorda do rebanho foi de 134,4 Kg por ciclo (8,96@ que foi arredondada para 9@ para o cálculo de viabilidade econômica)

Na hipótese de produção média, conforme a Tabela 4, o *Payback* para a recuperação da terra passa a 3 anos e para o retorno da aquisição com a recuperação da terra o período passa para 8 anos.

Tabela 4. *Payback* hipótese de produção média 7 und ha⁻¹ (em R\$)

Anos	Aquisição/Recuperação	Recuperação	Resultado	Produção	Custos
Ano 0	- 16.800,00	- 2.800,00	-	-	-
Ano 1	- 16.607,09	- 2.607,09	192,91	2.252,91*	2.060,00**
Ano 2	- 14.161,26	-161,26	2.445,83	4.505,83	2.060,00**
Ano 3	- 11.715,43	2.284,57	2.445,83	4.505,83	2.060,00**
Ano 4	- 9.269,60	-	2.445,83	4.505,83	2.060,00**
Ano 5	- 6.823,77	-	2.445,83	4.505,83	2.060,00**
Ano 6	- 4.377,94	-	2.445,83	4.505,83	2.060,00**
Ano 7	- 1.932,11	-	2.445,83	4.505,83	2.060,00**
Ano 8	513,72	-	2.445,83	4.505,83	2.060,00**

* Devido ao tempo de implantação da recuperação estima-se que o produtor terá apenas a produção de um ciclo no primeiro ano (Ano 0 a 1).

** Os custos incluem a manutenção do pasto, depreciação e o custo de produção de 7 unidades de bovino de corte.
Fonte: Autores com base nos dados dos Produtores

O segundo parâmetro para analisar a viabilidade econômica da recuperação do solo é através do valor presente líquido (VPL), onde se mantêm as duas hipóteses de produção. No cálculo do VPL é levada em conta a Taxa Mínima de Atratividade - TMA (i), em função do tempo (t) em anos. $VPL = \sum FC (1+i)^{-t}$. No presente estudo foi considerada a Inflação Oficial, IPCA acumulado dos últimos 12 meses IBGE (2016) de 6,99% (arredondada para 7%), somada aos juros² do financiamento agrícola para o Produtor Familiar, Banco do Brasil (2017) com juros que giram em 0,5% a.a., para aquisição de terra. Produtores não enquadrados na agricultura familiar conseguem taxas de 7,0% a 8,5% sobre o capital financiado (CAIXA/SANTANDER,2017), logo a TMA estimada é 7,5% a 8,5%, sendo adotada a maior TMA de 8,5% ($i = 0,085$).

A VPL da hipótese de produção máxima é de R\$ 4.034,52 para a recuperação do solo em 3 anos e de R\$ 1.871,58 para a aquisição com recuperação por cada ha no período de 8 anos. O estudo ainda considerou uma hipótese de produção média (Tabela 5), na qual a VPL para a recuperação do solo em 3 anos foi de R\$ 1.371,11 e para a aquisição com recuperação de solo o resultado foi de (R\$ 5.083,38), sendo o único cenário que não atinge os objetivos no prazo estipulado.

² Os juros ofertados para a agricultura familiar são de 0,5 % para a aquisição de terra no limite de R\$ 80.000,00.

Tabela 5. Valor Presente Líquido VPL, com TMA considerando financiamento para a agricultura familiar e IPCA (em R\$)

	$VPL = \sum FC (1+i)^{-t}$	Aquisição/Recuperação (8 anos)	Recuperação (3 anos)
Hipótese de produção máxima	$VPL = \sum FC (1+i)^{-t}$	+ 1.871,58	+ 4.034,52
Hipótese de produção média	$VPL = \sum FC (1+i)^{-t}$	- 5.083,38	+ 1.371,11

Fonte: Autores com base nos dados dos Produtores.

Através da análise econômica do *Payback* e VPL é possível constatar um retorno de médio prazo (3 anos) para a recuperação do solo e pastagem, com viabilidade positiva para os dois cenários. A aquisição de terras com recuperação de solos e pastagem demonstra uma viabilidade positiva em um cenário e negativa para outro com retorno a longo prazo superior a 8 anos.

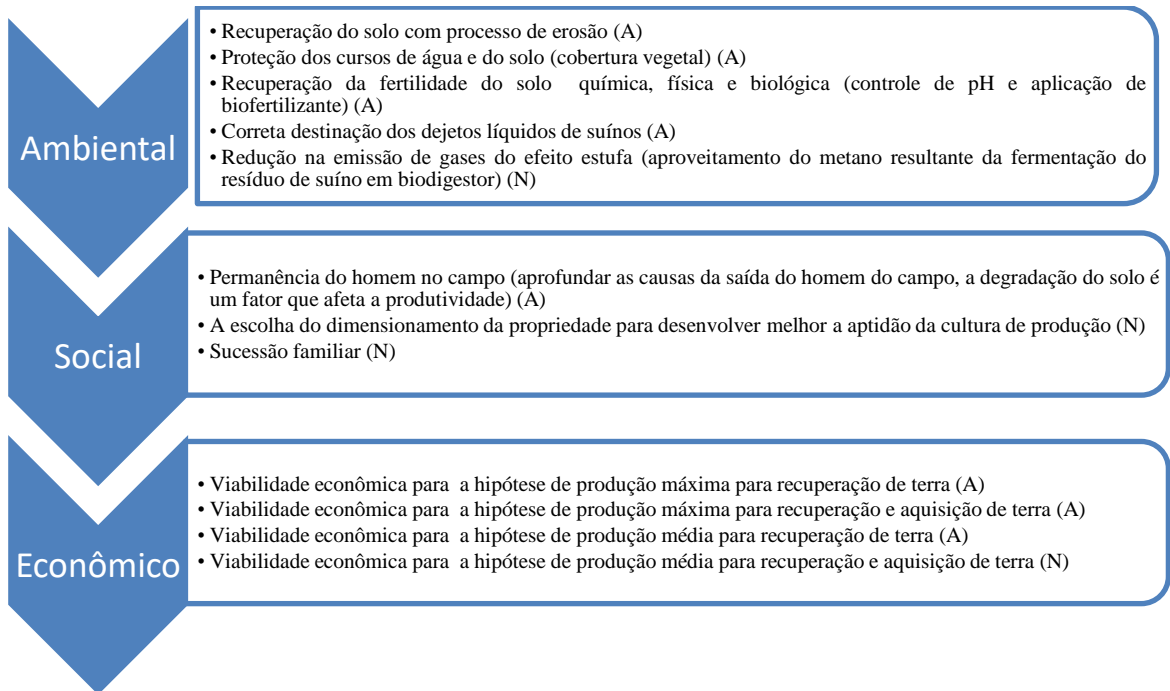
É importante considerar que a viabilidade econômica é possível, porém, deve-se considerar uma dimensão mínima da propriedade para integrar os dois sistemas bem como atratividade financeira para 75% do proposto nos cenários.

3.8 A recuperação do solo e sua contribuição para desenvolvimento sustentável

O estudo de caso permitiu acompanhar a evolução das dimensões do desenvolvimento sustentável na propriedade em questão, através da ação de recuperação dos solos degradados e ganho de fertilidade para o consórcio entre a bovinocultura de corte e a suinocultura.

A fim de facilitar a identificação dos critérios atingidos nas discussões, foi elaborada a Figura 14, com os códigos (A) para critério atingido na discussão da dimensão e (N) para critério não atingido na discussão da dimensão. A contagem simples dos critérios permitiu definir em gráfico a evolução da prática do desenvolvimento sustentável na propriedade nos oito anos subsequentes à recuperação de solo e uso de dejetos líquidos suínos para manutenção da fertilidade do solo.

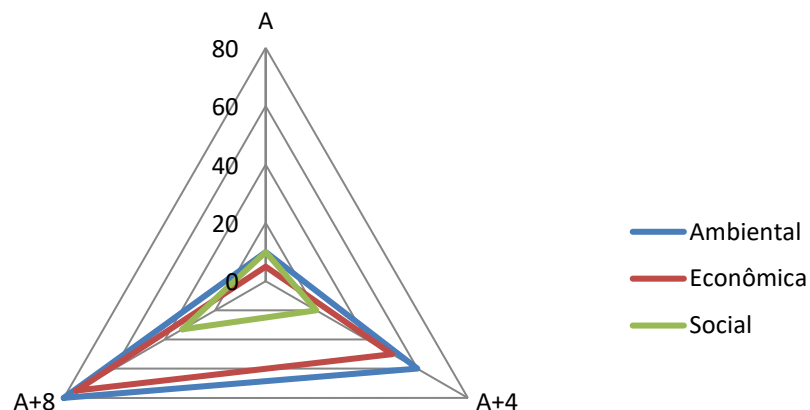
Figura 14. Critérios atingidos (A) e não atingidos (N) pela discussão em desenvolvimento sustentável



Fonte: elaborado pelos autores.

Na dimensão ambiental foram diagnosticados cinco critérios, tendo sido atingidos quatro e mantendo um dos fatores ainda em aberto. A progressão é rápida, tendo atingido três fatores no primeiro ano e evoluindo o aumento da fertilidade pela utilização do biofertilizante ao longo dos sete anos, permitindo atingir 80% de eficiência nos oito anos da ação (Figura 15).

Figura 15. Gráfico das dimensões do desenvolvimento sustentável resultantes da ação de recuperação dos solos ao longo de oito anos na propriedade rural em estudo (em %)



Fonte: autores com base na pesquisa.

Na dimensão social foram diagnosticados três fatores onde a recuperação do solo altera apenas um terço do cenário com possibilidades de atingir 33% de eficiência (Figura 15).

Na dimensão econômica são apresentadas quatro possibilidades, entre cenários de produção com investimentos na aquisição de terras e propostas para a ação de recuperação dos solos e pastagens. O resultado da pesquisa foi de 75% de viabilidade para a dimensão econômica do processo (Figura 15).

A metodologia empregada por Mouron *et al.*, (2016) permite avaliar a modificação dos diferentes estágios do desenvolvimento sustentável ao longo do tempo pelas práticas sustentáveis aplicadas na propriedade.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A recuperação dos solos nas propriedades rurais atende as expectativas ambientais conforme estudos de Bayer *et al.*, (2011) e Costa, Silva e Ribeiro (2013), pois há mitigação da ação do efeito estufa pelo depósito de carbono no solo e como resultado secundário a proteção do solo contra a ação erosiva da chuva. O aproveitamento do DLS produzido permite o aproveitamento de grande quantidade de nutrientes NPK, para recuperação da fertilidade do solo e produção de forrageiras de alta qualidade nutricional.

O produtor familiar tem na recuperação dos solos consorciado à produção de suínos e bovinos de corte como uma alternativa para manter a propriedade familiar. Conforme resultado apresentado é economicamente viável a recuperação da propriedade degradada com retorno ou quitação do investimento da recuperação do solo para os cenários em três anos. Isso viabilizou a permanência deste produtor no campo, utilizando financiamentos para a agricultura familiar, com VPL entre R\$ 1.871,58 a R\$ 4.034,52 para a recuperação do solo em 3 anos.

Já as aquisições de terras degradadas com a recuperação do solo, nos cenários apresentados evidenciam uma margem de risco para o uso de crédito financiado para a agricultura familiar, tendo VPL entre R\$ (5.083,38) e R\$ 1.371,11 nos cenários apresentados para oito anos, sendo necessário o uso de recursos próprios para mitigar o risco.

A recuperação de áreas degradadas é uma prática que contribui para o desenvolvimento sustentável com grande viabilidade e importância no consórcio entre suinocultura e bovinocultura de corte com benefícios comprovados nas dimensões ambiental, social e econômica.

Os limitantes do estudo foram impostos pelo curto prazo de estudo das ações de recuperação, podendo novas inferências retiradas pelo acompanhamento da área hora em estudo. A pesquisa permite aprofundar a discussão referente aos cenários de produção numa pequena propriedade rural a partir da ação de recuperação dos solos proposta.

5 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E.S.; COELHO, E.M.S. Processo de recuperação de área degradada por voçorocas. Semana Acadêmica: **Revista Científica**. ed. 85. v. 1, 2016.

BALDOTTO, M.A. *et al.* Estoque e frações de carbono orgânico e fertilidade de solo sob floresta, agricultura e pecuária. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 62, n.3, p. 301-309, mai.-jun. 2015.

BANCO DO BRASIL – BB. **Soluções para o Produtor Familiar**. Disponível em: <[http://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/agronegocios/agronegocio---produtos-e-servicos/produtor-familiar/veja-todas-as-opcoes-para-o-produtor-familiar#/>. Acesso em: 8 jan. 17.](http://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/agronegocios/agronegocio---produtos-e-servicos/produtor-familiar/veja-todas-as-opcoes-para-o-produtor-familiar#/)

BARBOSA, M.G. *et al.* A recuperação de áreas degradadas em propriedades de agricultura familiar: um desafio transdisciplinar. **Cadernos de Agroecologia**. v. 10. n. 3, 2015.

BAYER, C. *et al.* Estabilização do carbono no solo e mitigação das emissões de gases de efeito estufa na agricultura conservacionista. **Tópicos de Ciências do Solo**, v.7, 2011.

BONN CHALLENGE. Disponível em: <[http://www.bonnchallenge.org/>. Acesso em: 27 dez. 16.](http://www.bonnchallenge.org/)

BECKER, D. F. (Org). **Desenvolvimento Sustentável: Necessidade e / ou Possibilidade?** 4 ed. Santa Cruz do Sul: Edunisc, 2002.

CAIXA. **Programa de Sustentação do Investimento Rural**. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/empresa/credito-financiamento/credito-rural/bndes-psi-rural/Paginas/default.aspx?pk_campaign=cross&pk_kwd=L21I146>. Acesso em: 8 jan. 17.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 11. ed. Santa Maria: Pallotti, 2016.

COMISSÃO BRUNDTLAND. **Report of the World Commission on Environment and Development** in 11 December 1987. Disponível em: < <http://www.un.org/documents/ga/res/42/ares42-187.htm>>. Acesso em: 8 jan. 17.

COSTA, E. M.; SILVA, H. F.; RIBEIRO, P. R. A. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, 2013.

ECOPOLO. **Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<http://www.ecopolo.org.br/conheca.php>> . Acesso em: 10 jan. 17.

FERREIRA, R.R.M. **Recuperação de Voçoroca de Grande Porte**, S/D. 2007

FERREIRA, L.V. *et al.* The effect of exotic grass *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D.Webster (Poaceae) in the reduction of species richness and change of floristic composition of natural regeneration in the Floresta Nacional de Carajás, Brazil. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**. n. 88, 2016.

GIL, A.C. **Estudo de Caso**. São Paulo: Atlas, 2009.

GODOI, C. K.; MELLO, R. B.; SILVA, A. B. (Org.). **Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

GOODE, W.J.; HATT, P.K. **Métodos em pesquisa social**. 2. ed. São Paulo: Nacional, 1968.

GOMES, V.M. *et al.* Crescimento e desempenho de espécies nativas de campo rupestre em áreas degradadas quartzíticas. **Neotropical Biology and Conservation**. v. 10. n. 3. p. 159-168, set.-dez. 2015.

GÓMEZ, R.C. *et al.* Erosión del suelo, escurrimiento y pérdida de nitrógeno y fósforo en laderas bajo diferentes sistemas de manejo en Chiapas, México. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas** v.3. n. 2. p. 159-168, mar.-abr. 2012.

GUERRA, A.J.T.; JORGE, M.C.O. Geomorfologia do cotidiano – a degradação dos solos. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v.4, n.4, p.116 - 135, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo Agropecuário (2006). Disponível em: <<http://www2.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=24&i=P&c=854>>. Acesso em: 27 dez. 16.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA de novembro de 2016. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/236/inpc_ipca_2016_nov.pdf>. Acesso em: 10 jan. 17.

JORGE, V.S.; SOUZA, F.N.S. Avaliação de diferentes estratégias de uso de agrominerais na recuperação de áreas degradadas e na produção da pastagem. **Revista Agri-Environmental Sciences**. Palmas, v. 1, n. 2, 2015.

KICHEL, A. N. **Curso de Pastagens**. Programa capacitação tecnológica em bovino de corte. Campo Grande. SENAR-EMBRAPA, 2015.

KONZEN, E.A. Aproveitamento de Dejetos Líquidos de Suínos para Fertirrigação e Fertilização em Grandes Culturas. **Circular Técnica 32**. Sete Lagoas: Embrapa, 2003.

MILLER, G.T. **Ciência Ambiental**. 11. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Recuperação de Áreas Degradadas**. 2016. Disponível em:

<<http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/recuperacao-areas-degradadas>>. Acesso em: 27 dez. 16.

MOURON, P. *et al.* Sustainability Assessment of Plant Protection Strategies in Swiss Winter Wheat and Potato Production. **Agriculture**. Basel, v. 6, 11 jan. 2016

NOTÍCIAS AGRÍCOLAS. **Boi Gordo**, 2017. Disponível em: <<http://www.noticiasagricolas.com.br/cotacoes/boi/boi-gordo>>. Acesso em: 8 jan. 17.

OLIVO, R.L.F. **Análise de Investimentos**. Campinas: Alínea, 2013.

PASQUATO, M.C.; TOMAZONI, J.C. Estudo do Processo Erosivo Laminar na Bacia de Captação do Rio Barro Preto, em Coronel Vivida-PR (Study of Laminar Erosion in the Basin River Catchment Barro Preto, in Coronel Vivida-PR). **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 9, n. 2. Recife: UFPE, 2016.

PEREIRA, L.S. *et al.* Processos hidro-erosivos em solos degradados em relevo de baixa declividade. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 17, n. 2, 2016.

PRODANOV, C.C.; FREITAS, E.C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RODRIGUES, K.M. *et al.* Fauna do solo ao longo do processo de sucessão ecológica em voçoroca revegetada no município de Pinheiral – RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 355-364, abr.-jun., 2016

SANTANDER (2017). **Crédito para Infraestrutura BNDS ABC**. Disponível em: <<https://www.bradescoagronegocio.com.br/html/rural/produtos-servicos/credito-infraestrutura.shtm>>. Acesso em: 8 jan. 17.

TAYLOR, S. J.; BOGDAN, R. **Introduction to qualitative research methods: a guidebook and resource**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons Inc., 1998.

YIN, R.K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

3 ARTIGO II

RESUMO

CENÁRIOS PRODUTIVOS EM SOLOS RECUPERADOS COM A ADUBAÇÃO DE DEJETOS LÍQUIDOS DE SUÍNOS

Autor: Roberto de Castro

Orientador: Prof.^a Dr.^a Cláudia Maria Prudêncio de Mera

Coorientador: Prof. Dr. Jackson Ernani Fiorin

A atividade agrícola em áreas recuperadas conjuntamente ao emprego de biofertilizantes é de vital importância para as aspirações de um uso racional dos recursos naturais e da proposta de produção com sustentabilidade. Os produtores tomam decisões de produção com base em análises financeiras, no seu conhecimento de produção rural e na aptidão produtiva da propriedade e a decisão do que produzir. Este trabalho tem o objetivo analisar o impacto técnico e econômico da utilização de dejetos líquidos suínos na produção rural em áreas com solos recuperados, em diferentes cenários de produção. As discussões abordadas e os cenários de produção agrícola e pecuário partem de um cenário real e permitem extrapolações da realidade agrária para auxiliar na tomada de decisão com o uso dos dejetos líquidos suínos na fertirrigação. A metodologia foi de uma pesquisa descritiva com base no estudo de caso de uma propriedade real e com base no balanço financeiro real. Com base nos resultados espera-se fornecer opções para a melhor decisão do produtor rural que esteja optando pela integração da produção rural sustentável.

Palavras chaves: Cenários de produção. Decisão. Dejetos líquidos suínos. Propriedade rural.

ABSTRACT

PRODUCTION SCENARIOS WITH THE USE OF LIQUID PIG MANURE FERTILIZATION

Author: Roberto de Castro

Advisor: Prof.^a Dr.^a Claudia Maria Prudêncio de Mera

Co-advisor: Prof. Dr. Jackson Ernani Fiorin

The agricultural activity in areas recovered together with the use of biofertilizers is of vital importance for the aspirations of a rational use of the natural resources and the proposal of production with sustainability. Producers make production decisions based on financial analysis, their knowledge of rural production and the productive ability of the property and the decision of what to produce. This work has the objective of analyzing the technical and economic impact of the use of swine net waste in rural production in areas with recovered soils, in different production scenarios. The discussions discussed and the scenarios of agricultural and livestock production start from a real scenario and allow extrapolations of the agrarian reality to assist decision making with the use of liquid swine manure in the fertirrigation. The methodology was a descriptive research based on the case study of real property and based on the actual financial balance sheet. Based on the results, it is hoped to provide options for the best decision of the rural producer that is choosing to integrate sustainable rural production.

Keywords: Production scenarios. Decision. Swine net waste. Rural property.

1 INTRODUÇÃO

Os cenários de produção voltados às propriedades rurais são preocupações de autores como (DIAS *et al.*, 2013; PINI *et al.*, 2014; MOSSMANN *et al.*, 2016) por fornecerem possibilidades de produção em áreas rurais que foram recuperadas de degradação por erosão e perda de fertilidade.

O estudo de Dias *et al.*, (2013) apresenta um cenário de produção de suínos com a extrapolação da viabilidade de aproveitar os dejetos líquidos suínos para a produção de energia. Outro trabalho, de Pini *et al.*, (2014) apresenta simulação de produção de bovinos na região do Mato Grosso do Sul com detalhamento dos custos e possibilidades do mercado. Ainda colabora com esta temática a elaboração de Mossmann *et al.*, (2016) que compara a produção de feno e gado de corte em Chapecó e foi um dos motivadores a inserir nos cenários a produção de feno de alfafa fornecendo fundamentação teórica para esta produção. Portanto, esta pesquisa apresenta-se relevante pela pequena produção bibliográfica sobre o assunto, fornecendo assim uma perspectiva pouco explorada e difundida.

Desejando manter no trabalho a questão do desenvolvimento sustentável com ênfase na questão econômica surgiu a discussão de Almeida (2003) para quebrar paradigmas ao oferecer opções de produção que partem do simples para o complexo e do real para o abstrato, concluindo novamente em novas possíveis realidades pela reflexão holística. Sendo assim, este estudo vai ao encontro de Miller (2007) onde é necessária a busca por soluções individuais para fazer a diferença na questão do desenvolvimento sustentável.

O estudo de caso a ser apresentado nesta pesquisa, é uma iniciativa de produtores em uma propriedade que passou por um processo de recuperação de solo e fertilidade através do uso de dejetos de suínos e com fertirrigação.

Nessa perspectiva, esta pesquisa tem como objetivo analisar o impacto técnico e econômico da utilização de dejetos líquidos suínos na produção rural em áreas com solos recuperados, em diferentes cenários de produção.

2 MÉTODO

O estudo aqui proposto é uma pesquisa considerada descritiva, sendo um relato detalhado de um fenômeno social (GODOI; MELLO; SILVA, 2010). O problema de pesquisa

é estudado por uma abordagem qualitativa. A pesquisa qualitativa para Prodanov e Freitas (2013) caracteriza-se por valorizar os aspectos não apreensíveis pela análise estatística, ampliando a valoração da subjetividade. Para atingir os objetivos deste estudo, foi realizado um levantamento, classificação e interpretação dos dados referentes ao tema. A pesquisa descritiva para Gil (2009) tem como objetivo principal a descrição das características de determinada amostra, população ou fenômeno, estabelecendo relações entre as variáveis. O objetivo deste estudo pretende explorar a discussão do tema para analisar o impacto econômico da recuperação de solos na produção rural, em diferentes cenários de produção.

No estudo de caso qualitativo não se trabalha com o conceito de amostragem estatística, cabendo ao pesquisador determinar a saturação de dados e quando encerrar a pesquisa de campo (TAYLOR E BOGDAN, 1998). Nessa perspectiva para Godoi, Mello e Silva (2010) o estudo de caso auxilia aprofundar a investigação dos fenômenos humanos e sociais por meio de uma visão holística e positivista com a mescla de dados quantitativos e qualitativos.

O trabalho utilizou-se da pesquisa bibliográfica e esta segundo Godoi, Mello e Silva (2010) quando elaborada a partir de material já publicado, busca informações e dados de publicações, constituído principalmente de livros, artigos e teses de periódicos de origem nacional ou internacional, e na internet, realizados por outros pesquisadores.

É importante realizar a revisão bibliográfica sobre o que foi pesquisado e publicado na área de interesse a fim de fortalecer os conceitos para validar o estudo. A pesquisa bibliográfica foi relacionada aos dados coletados num processo hipotético-dedutivo para a reafirmação de ideias ou a formulação de um novo conceito (GODOI; MELLO; SILVA, 2010).

A coleta de dados de caráter qualitativo foi realizada em dezembro de 2016, por meio de entrevista semiestruturada de maneira a proceder a uma pesquisa de investigação social para que este estudo de caso seja “um método de olhar a realidade social” (GOODE & HART, 1968, p. 421). O estudo foi realizado através de entrevista semiestruturada com o objetivo de compreender as questões e situações relativas. O roteiro da entrevista pode ser aperfeiçoado ou modificado durante a pesquisa (GODOI; MELLO; SILVA, 2010).

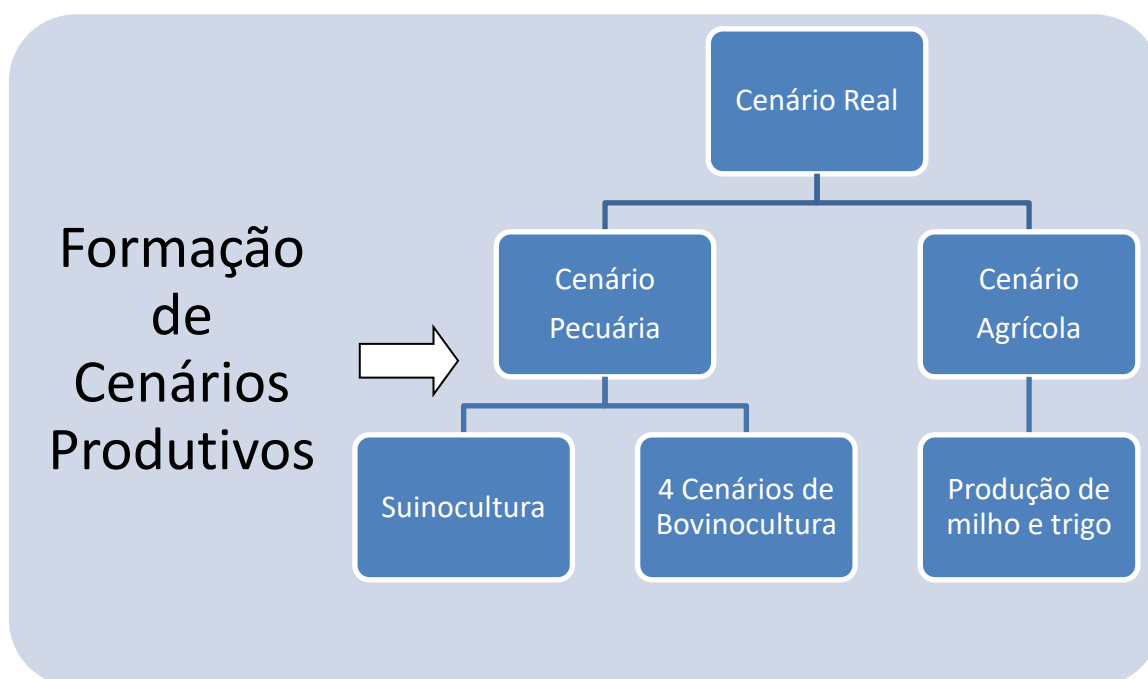
2.2 Caracterização do estudo de caso

A área de estudo está localizada no município de São Nicolau, região Noroeste do estado do Rio Grande do Sul, em duas propriedades que funcionam em conjunto, e cuja área somada chega a 100 ha para a produção de carne suína e bovina. A caracterização dos produtores é de um ser agricultor familiar, denominado de produtor A, que trabalha sozinho na propriedade e o outro produtor não familiar, denominado de produtor B que contratou um funcionário para apoiar na produção da propriedade.

2.3 Estudando os cenários produtivos para o uso de áreas recuperadas

No trabalho os cenários serão formados pela delimitação dos fatores a serem quantificados nas discussões, neste estudo foi seguida a orientação de Becker (2002), que adota como agricultura sustentável a diversificação produtiva e lógica de subsistência com a redução do uso de insumos externos, adubação orgânica, conservação do solo e redução de custos. Sendo, pelos autores os critérios, que vão compor a discussão da formação dos cenários hipotéticos de produção com base nas inferências percebidas do cenário real, conforme Figura 1.

Figura 1. Quadro esquemático para desenvolver os cenários a partir de um cenário real



Fonte: elaborado pelos autores.

Na Figura 1 é possível mapear o início da análise dos dados pelo cenário real, exposto na Tabela 2 que tem como receitas da propriedade a receita líquida dos suínos – RS obtida pelo

sistema de parceria com integradora, a receita bruta da engorda dos bovinos – RB, o resultado das receitas ocupa a coluna da receita operacional – RO, $RO = RS + RB$. Os custos da propriedade são apresentados na coluna dos custos operacionais e permitem o cálculo do montante operacional - MO, $MO = RO - CO$. A Variação - Var, é expressa na coluna Var em porcentagem - %, entre MO/RO e permite entender se a propriedade rural está operando com lucro ou prejuízo durante o período de análise dos dados. Os investimentos - I na propriedade foram lançados em separado na coluna I e o resultado final - R do ano financeiro compõe a coluna R.

Os cenários considerados no estudo utilizam as seguintes premissas, os custos foram retirados de pesquisas bibliográficas relacionadas e do custo de produção da propriedade, cenário real, os cenários apresentados levam em consideração as possibilidades de utilização dos dejetos líquidos suínos e a infraestrutura existente na propriedade.

3 CENÁRIOS PRODUTIVOS PARA O USO DE DEJETOS DE SUÍNOS NA RECUPERAÇÃO DE SOLOS

A propriedade do estudo de caso forneceu dados financeiros para a projeção de cenários produtivos, na agricultura e pecuária, seguindo uma análise positivista e holística partindo da utilização de Dejetos Líquidos Suínos - DLS para fertirrigação, reduzindo assim os custos da produção rural, bem como possibilitando a destinação sustentável do que poderia ser somente resíduos indesejáveis da suinocultura.

3.1 As possibilidades de produção pela utilização de dejetos líquidos suínos

A propriedade funciona no sistema de consórcio entre suinocultura terminação no sistema de integradora e bovinocultura de corte engorda. Nas instalações são terminados 3.000 suínos com produção média de $0,012 \text{ m}^3$ de dejetos líquidos suínos ao dia, foi considerado o período de 300 dias/ano devido a atividade de produção ser a de terminação. Logo, a propriedade pode contar com um total de 10.800 m^3 de dejetos líquidos suínos por ano, a serem distribuídos em 76 ha, totalizando $142,1 \text{ m}^3$ de Dejeito Líquido Suíno/ha.

Serão apresentados cenários agrícolas e pecuários para verificar as potencialidades de produção com o uso dos DLS na totalidade da propriedade conforme apresentada na Tabela 1

com base nas necessidades nutricionais de culturas hora em estudo e possibilidades de produção de biofertilizante na propriedade.

Tabela 1. Possibilidades máximas e necessidades de nutrientes para os cenários de produção (Kg)

	Produção	N	%	P₂O₅	%	K₂O	%
Produção de DLS/há	142,1m ³	598,2	-	532,9	-	292,7	-
Gramíneas de Verão/Inverno	18 toneladas	370	100	190	100	200	100
	8 cortes						
Alfafa	15 toneladas	240	100	165	100	380	77
Sorgo/Milho (Silagem)	30 toneladas	420	100	340	100	620	47,2
Milho	12 Toneladas	180	100	230	100	160	100
Trigo	4,8 toneladas	136	100	122	100	88	100
Área (ha)				76			

Fonte: Confeccionado pelos autores com base nos dados da COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC (2016).

Considerando os cenários de produção e as necessidades nutricionais, confirma-se a eficácia do modelo baseado em gramíneas de verão e inverno, podendo ser implantado com êxito o trigo duplo propósito para pastagem por dois meses em consórcio com a silagem de gramínea (*Tifton 85*, excedente de verão), agregando uma segunda renda com a produção de trigo grão. Comparando os demais cultivares agrícolas, milho e trigo, a fertirrigação por DLS atende perfeitamente as necessidades nutricionais para o cenário apresentado. Por fim, considerar a produção de alfafa para feno existe a limitação do pH ideal para a cultivar que exige segundo a CQFS (2016) pH 6,5 e o pH do solo da propriedade fica em torno de 5,7 somado ao fato da exigência de potássio ser elevado sendo necessário complementar a exigência de potássio com fertilizante químico para viabilizar a produção, estudos de Pompeu *et al.*, (2003) indicam que as melhores cultivares de alfafa atingem entre 1,8 – 1,9 toneladas por hectare de matéria seca por corte. A silagem de milho ou sorgo depara-se com a mesma limitação nutricional de potássio com necessidade de aplicação de fertilizante químico para viabilizar a produção.

O resultado apresentado pelas possibilidades do emprego de fertirrigação por DLS conforme Tabela 1 atende as necessidades de nitrogênio e fósforo em todos os cenários de produção e para a produção de gramíneas de verão e inverno, milho e trigo a fertirrigação por DLS atende as demandas de alta produção em cenários pobres em nutrientes, já para alfafa e silagem de milho/sorgo o resultado apresentou a necessidade de aplicação de fertilizante químico rico em fósforo.

3.2 Cenário de produção real com produção de suínos e bovinos (somente engorda)

O cenário de produção real (Tabela 2) apresenta o resultado financeiro da propriedade deste estudo, pertencentes aos produtores A e B.

Tabela 2. Fluxo de Caixa da Propriedade de 2008 a 2017

	RS ²	RB ³	RO	CO	MO	Var	I	R
2008	-	-	-	237.752,40	(237.752,40)	-	740.000,00 ^a	(977.752,40)
2009	57.361,14	15.300,00	72.661,14	279.830,19	(207.169,05)	(285%)	16.000,00	(223.169,05)
2010	125.407,76	126.855,00	252.262,76	182.505,47	69.757,29	27,6%	24.040,00	45.717,29
2011	75.276,00	153.280,00	228.556,00	150.964,00	77.592,00	33,9%	13.501,64	64.090,36
2012	123.942,63	122.474,00	246.416,63	156.881,70	89.534,93	36,3%	33.444,17	56.090,76
2013	125.590,46	83.500,00	209.090,46	162.650,48	46.439,98	22,2%	55.441,00	(9.001,02)
2014	121.752,02	94.608,36	216.360,38	345.897,78	(129.537,40)	(59,9%)	43.300,00	(172.837,40)
2015	165.095,14	249.277,26	414.372,40	192.132,92	222.239,48	53,6%	11.500,00	210.739,48
2016	142.707,16	136.229,67	278.936,83	438.763,78	(159.826,95)	(57,3%)	50.000,00 ^b	(209.826,95)
2017¹	-	55.102,80	55.102,80	6.119,80	48.983,00	88,9%	-	48.983,00
Total	937.132,31	1.036.627,09	1.973.759,40	2.153.498,52	(179.739,12)	(9,1%)	987.226,81	(1.166.965,93)

Legenda: 1. (Resultado referente ao mês de Janeiro); 2. Receita do suíno: receita líquida paga aos produtores abatido os custos da integradora; 3 Receita do Bovino: Receita Bruta paga aos produtores.

a: Investimento em aquisição de terra R\$ 350.000,00 e R\$ 390.000,00 na infraestrutura da propriedade. b: Investimento em aquisição de terra R\$ 50.000,00.

Fonte: Autores com base nos dados da pesquisa.

O cenário real apresenta claramente duas fases pela análise dos dados apresentados, a fase da implantação nos anos de 2008 e 2009 caracterizadas por altos investimentos e baixa produção e a fase de desenvolvimento da atividade a partir de 2010, considerando o período entre 2010 a 2016, a taxa de retorno do empreendimento giro em torno de 11,71% a.a., mesmo com a necessidade de investimentos.

A partir dos dados do cenário real serão baseados três cenários: um agrícola (produção de milho e trigo), um cenário de pecuária de corte e um cenário para a produção de leite.

3.3 Cenários de produção agrícola

A destinação dos DLS para fertilizar culturas agrícolas é uma das possibilidades para produzir com sustentabilidade (ZAMBERLAM; FRONCHETI, 2012). A pesquisa apresenta cenários para a utilização dos DLS para produzir com custos menores e com menor impacto ambiental. Na Tabela 3 será apresentado o cenário agrícola baseando-se nas necessidades nutricionais e custos na operacionalização das culturas do milho e do trigo.

Tabela 3. Cenário produtivo agrícola, culturas de milho e trigo

Milho – 12 t/ha				Trigo – 4,8 t/ha			
N	180 Kg	Custo de Produção ¹	R\$ 2.393,96	N	136 Kg	Custo de Produção ²	R\$ 2.001,78
P	230 Kg	Custo de Produção com DLS	R\$ 2.030,31	P	122 Kg	Custo de Produção com DLS	R\$ 1.851,25
K ₂ O	160 Kg	Receita ¹	R\$ 5.400,00	K ₂ O	88 Kg	Receita ²	R\$ 2.544,00
DLS	69,5 m ³	Margem Bruta com DLS	R\$ 3.369,69	DLS	38 m ³	Margem Bruta com DLS	R\$ 692,75
Taxa de Retorno			62,4%	Taxa de Retorno			27,2%

Legenda: 1: custo de produção apresentado por Neto et al. (2016); 2: custo de produção apresentado por Baumgratz (2014); 3 – cotação milho R\$ 27,00 sc⁻¹ (Erechim-RS); 4 – cotação trigo R\$ 530,00 t⁻¹ (Santa Rosa-RS).
Fonte: autores com base nos dados da CQFS (2016), Neto et al. (2016) e Canal Rural (2017).

O cenário agrícola da Tabela 3 apresenta os custos da produção de milho com base em Neto *et al.*, (2016) um custo de 39% em fertilizantes na lavoura 2015/2016 que equivale a R\$ 933,65 ha⁻¹, em contrapartida os estudos referentes a fertirrigação com DLS chegam a um valor de R\$ 450,00 ha⁻¹, somado ao custo de R\$ 120,00 ha⁻¹ para custear o aluguel de maquinário. Apesar do excelente cenário financeiro apresentado, o desafio de produzir milho com DLS é a operacionalização da aplicação do biofertilizante na lavoura de milho de forma a não danificar a mesma, logo é necessário à implantação de um sistema fixo de fertirrigação. A margem bruta da produção do milho foi de R\$ 3.369,69 por hectare com a utilização do DLS e na propriedade a renda esperada para a cultura é de R\$ 256.096,44.

Dando sequência ao cenário agrícola, a Tabela 3 também apresenta a opção de produção do trigo como cultura de inverno para a mesma propriedade, utilizando a área em estudo de 76 hectares os dados para a recomendação de fertilizantes seguiu o prescrito pela CQFS (2016) e os custos foram retirados do custo médio da região, levantados por Baumgratz (2014) e totalizaram R\$ 2.001,78 por hectare, segundo a pesquisa esse custo pode ser reduzido para

R\$ 1.851,25 por hectare pela utilização de DLS, aumentando a margem bruta para R\$ 692,75 por hectare, totalizando uma margem bruta de R\$ 52.649,00 para a cultura de inverno.

O resultado anual do cenário agrícola indicou uma receita global bruta de R\$ 603.744,00 com o custo total bruto de R\$ 294.998,56. O resultado do cenário foi de R\$ 308.745,44 ao ano, equivalendo a 51,1%, com a utilização dos DLS e uma redução de 12 % em relação aos custos adotando fertirrigação por DLS em substituição a fertilização química na propriedade.

3.4 Possibilidades e custos de produção de pastagens, de silagens e alfafa

A produção de pastagens perenes, de alfafa e silagem de milho ou sorgo são ótimas opções para a nutrição na pecuária. A necessidade de fertilizantes para estas culturas segue a recomendação da CQFS (2016) e são apresentadas conforme Tabela 4. Os custos de produção foram levantados por pesquisa

Tabela 4. Necessidades nutricionais e custos de produção de forrageiras

	Alfafa 15 t/ha	Silagem milho/sorgo 30 t/ha	Gramínea
N	240 Kg	420 Kg	370 Kg
P ₂ O ₅	165 Kg	340 Kg	190 Kg
K ₂ O	380 Kg	620 Kg	200 Kg
DLS	71 m ³	125 m ³	110 m ³
Custo de Produção	R\$ 3.900,00 ha ⁻¹	R\$ 4.057,44 ha ⁻¹	R\$ 1.471,20 ha ⁻¹
Custo de Produção com DLS	R\$ 2.550,00 ha ⁻¹	R\$ 3.400,53 ha ⁻¹	R\$ 1.150,00 ha ⁻¹
Economia na produção	35%	16,2%	22%

Fonte: autores com base na pesquisa, Tupy *et al.* (2015), CQFS (2016) e Santos, Moraes e Nussio (2017).

A produção de alfafa (*Medicago sativa L.*) na previsão de 15 toneladas por hectare requer segundo dados da CQFS (2016) uma fertirrigação de 71 m³ de dejetos líquidos suínos por hectare tendo assim as demandas de N e P₂O₅ atendidas, sendo necessário, complementar a necessidade de adubação com 225 Kg de K₂O por hectare, 30 Kg de enxofre e 2,5 Kg de boro antes da semeadura. A exigência nutricional da alfafa torna o seu custo de produção superior ao das pastagens. Os custos de produção da alfafa segundo Tupy *et al.*, (2015) é de R\$ 0,26 Kg de

massa seca, com DLS segundo a pesquisa ficam em R\$ 450,00 por hectare somado a um custo de R\$ 500,00 em fertilizantes químicos e implantação da cultivar somado ao custo operacional de R\$ 1.600,00 para a produção de feno, sendo assim o custo foi de R\$ 0,17 Kg de feno de alfafa, uma economia de R\$ 0,09 por Kg produzido.

A produção de silagem de milho ou sorgo segundo a CQFS (2016) para a fertilidade do solo da propriedade necessita da adubação prescrita na Tabela 4 e além da recomendação de 125 m³ de DLS, necessitam de 362,5 Kg de K₂O₅ para uma nutrição da cultivar adequada a produção de 30 toneladas de silagem. Os custos de produção da silagem foram apresentados na pesquisa de Santos, Moraes e Nussio (2017) com um custo médio de R\$ 4.057,44 por hectare, pela necessidade do uso de grande quantidade de fertilizantes para a produção do milho/sorgo para silagem, a utilização dos DLS reduzem o custo de produção para R\$ 3.400,53 resultando numa economia de R\$ 656,91 nos custos de produção, equivalendo a porcentagem de 16,2% e que possibilitará maior renda ao produtor rural na produção pecuária.

A implantação de gramíneas é uma solução de produção de forrageiras permanentes de baixo custo como pode ser verificado pelos dados da Tabela 4. Os produtores do experimento implantaram essa opção de forrageira na propriedade em estudo o que permitiu o levantamento dos custos da fertirrigação pelo uso dos DLS para a produção pecuária. O uso dos DLS permitiu uma economia de R\$ 321,20 na produção da gramínea com a aquisição de fertilizantes químicos.

3.5 Cenário de produção pecuária

Os cenários apresentados para o uso da área produtiva de 76 hectares seguem na Tabela 5 e estão divididos em Bovinocultura de corte, bovinocultura de corte associada a produção de Feno de Alfafa para venda, bovinocultura de corte associado a produção de trigo duplo propósito para venda do grão, bovinocultura de leite e suinocultura com a produção da ração na propriedade. Além da distribuição das culturas na área da propriedade e estimativa de produção, foram orçados os custos para a produção com os DLS e custo total bruto da produção, cotação de mercado e receita para possibilitar a comparação do cenário mais rentável.

Tabela 5. Cenários produtivos pecuários

	Bovinocultura Corte	Bovinocultura Corte + Alfafa Feno	Bovinocultura Corte + Trigo Duplo Propósito	Bovinocultura Leite	Suinocultura		
Gramínea	66 ha	60 ha	-	66 ha	-	40 ha	-
Silagem gramínea	10 ha	10 ha	-	10 ha	-	-	-
Silagem Milho/ Sorgo	-	-	-	-	-	21 ha	-
Alfafa	-	-	6 ha	-	-	15 ha	-
Trigo	-	-	-	-	40 ha	-	76 ha
Milho	-	-	-	-	-	-	76 ha
Animais	760	700	-	740	500 (70% lactação = 350)		6.294
Produção Unitária ^a	9@	9@	15.000 Kg ha ⁻¹	9@	4,8 t ha ⁻¹	6.000 l ano ⁻¹	100 Kg
Produção Total	6.840@	6.300@	90.000 Kg	6.660@	192 t (grão)	2.100.000 litros	629.400 Kg
Valor Unitário ^b	R\$ 75,00 @ ⁻¹	R\$ 75,00 @ ⁻¹	R\$ 0,95 Kg ⁻¹	R\$ 75,00 @ ⁻¹	R\$ 530,00 t ⁻¹	R\$ 1,10 l ⁻¹	R\$ 3,32 Kg
Custo de Produção com DLS	R\$ 103.400,00	R\$ 96.500,00	R\$ 15.300,00	R\$ 103.400,00	R\$ 74.050,00	R\$ 155.661,13	R\$ 294.998,56
Custo de Produção Bruto Total	R\$ 237.500,00	R\$ 235.400,00	R\$ 16.300,00	R\$ 236.800,00	R\$ 74.050,00	R\$ 1.890.000,00	R\$ 1.215.450,05
Receita ^c	R\$ 487.350,00	R\$ 448.875,00	R\$ 81.225,00	R\$ 474.525,00	R\$ 96.672,00	R\$ 2.194.500,00	R\$ 1.985.127,60
Margem	R\$ 249.850,00	R\$ 278.400,00		R\$ 260.347,00		R\$ 304.500,00	R\$ 769.677,55
Taxa de Retorno	51,2%	52,5%		45,6%		13,9%	38,8%

Legenda: a – A produção unitária considera o ganho do peso do animal na engorda. b – cotação milho R\$ 27,00 sc⁻¹ (Erechim-RS); cotação trigo R\$ 530,00 t⁻¹ (Santa Rosa-RS); alfafa em feno preço médio de R\$ 0,95 por Kg; Boi gordo R\$ 75,00 @⁻¹ ou R\$ 5,00 por Kg; Leite média regional R\$ 1,10 por litro; Porco peso vivo R\$ 3,32 Kg⁻¹ com cotação em 10 mar.17. c – A receita é calculada com uma eficiência de 95%, considerando 5% de perdas e mortalidade dos animais. Na produção leiteira a porcentagem de perdas considera a incidência de mastite.

Fonte: autores com base nos dados da pesquisa, Fávero (2003), Neto *et al.* (2016), Tupy *et al.* (2015) e Canal Rural (2017).

A produção de pecuária de corte no estudo apresentou rentabilidade bem parecida nos cenários montados e apresentados na Tabela 5, sendo apresentadas diversas opções acessórias à bovinocultura de corte, a engorda de bovinos de corte com a produção de feno de alfafa para venda e bovinocultura de corte com a produção de trigo duplo propósito como forrageira de inverno e colheita de grãos. No cenário exclusivo de produção de bovinos de corte o uso de DLS permite a manutenção da fertilidade nas forrageiras, o custo de produção de R\$ 237.500,00 permitindo uma margem de lucro R\$ 249.850,00 e taxa de retorno de 51,2%. Este cenário é caracterizado pela necessidade de pouco capital para produção, retorno garantido, mas com pouca perspectiva de incremento financeiro na área utilizada.

O cenário da bovinocultura de corte com a produção de feno de alfafa para venda e bovinocultura de corte com a produção de trigo duplo propósito como forrageira de inverno e colheita de grãos fornecem resultados muito similares ao da produção da bovinocultura apresentada na Tabela 5. Nos cenários o uso de DLS permite a manutenção da fertilidade nas forrageiras, o custo de produção é de R\$ 251.700,00 e 310.850,00 permitindo uma margem de R\$ 260.347,00 e R\$ 278.400,00 e taxa de retorno de 45,6% e 52,5%. Estes cenários também são caracterizados pela necessidade de pouco capital para produção, retorno garantido, pouca perspectiva de incremento financeiro na área utilizada, porém com uma maior necessidade de cuidados com a produção da alfafa e do trigo.

A atividade da bovinocultura de leite é para Brum *et al.*, (2015) muito importante na região do estudo, que é um dos municípios pertencentes à Bacia Leiteira da Região Noroeste do Rio Grande do Sul, a maior produtora de leite da região Sul do Brasil, tendo o produtor A trabalhado por 30 anos na atividade de produção de leite. A nutrição do gado de leite seguirá uma dieta conforme tecnologia proposta por Tupy *et al.*, (2015) de alfafa, silagem de milho e pastagem onde a proposta é o consumo de 21 Kg MS por animal dia para atingir uma produção média de 30 litros de leite por dia e 6.000 litros na lactação. O custo operacional padrão de Tupy *et al.* (2015) é de R\$ 0,93 por litro de leite em sistema convencional, com o uso de dejetos líquidos suínos os custos de aplicação de fertilizantes nitrogenados e fosfatados é reduzido pelo uso da fertirrigação passando o custo do leite para R\$ 0,90 por litro.

Analisando a atividade de suinocultura, segundo os dados dos produtores participantes da pesquisa informaram que atualmente o custo da ração está em R\$ 1.100 por tonelada e a necessidade é de 284 kg de ração por animal em terminação. A receita bruta por suíno é de R\$ 332,00 na cotação apresentada com um custo de alimentação em R\$ 312,40, possibilitando uma margem bruta de 19,60 por animal. Aplicando o cenário da suinocultura produzindo nos

76 hectares da propriedade os insumos para confecção da ração, onde a composição segundo Amaral (2006) fica em 75% de milho ou trigo, 24,5% de farelo de soja e 0,5% de núcleo (sais minerais e aminoácidos essenciais), logo é possível produzir 1.276,8 toneladas de milho e trigo na propriedade a um custo de R\$ 231,04 por tonelada de grão produzido na propriedade, totalizando um custo total de R\$ 294.998,56. Com a quantidade de grãos produzidos na propriedade é necessário à aquisição de 417 toneladas de farelo de soja com o custo máximo para Passo Fundo segundo o Canal Rural (2017) de R\$ 1.040,00, e 8,512 toneladas do núcleo com a cotação de R\$ 248,00 por balde de 10 Kg constituído de sais minerais e aminoácidos essenciais permitem a formulação de 1.787,52 toneladas de ração para suínos que permite a terminação de 6.294 suínos. A formulação da ração produzida na propriedade tem um custo de R\$ 540,53 de insumos somados ao custo operacional e de armazenamento de R\$ 100,00 por tonelada processada, totalizando R\$ 640,53 por tonelada de ração produzida na propriedade. O resultado é um custo de R\$ 181,91 por suíno na alimentação e R\$ 209,71 de custo operacional, com uma nova margem de R\$ 122,29 por suíno.

Aprofundando a discussão do resultado da produção de milho da Tabela 3 e da produção de ração suína parte integrante da proposta da Tabela 5 é possível inferir a possibilidade da alteração do preço para *commodity* milho que ao valorizar vai favorecer a venda do milho em grão e durante a baixa do preço do milho a melhor opção é a produção da ração na propriedade. Tal percepção para o produtor, confere uma segurança financeira em decorrência da maior flexibilidade produtiva frente às oscilações do mercado de produtos agrícolas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa permitiu discutir diversos cenários de produção de uma mesma propriedade rural, oferecendo opções de produções com o uso do biofertilizante, no caso dejetos líquidos suínos disponíveis na propriedade, permitindo ampliar no meio rural a produção dentro da ideia de sustentabilidade e do desenvolvimento rural.

Foi possível obter diversas possibilidades do uso dos dejetos líquidos suínos na propriedade para a fertilização do solo para diversas culturas. Considerando o uso de DLS foi possível perceber uma redução de custo de produção que chega a 35% o que permitiu a exploração de cenários produtivos para a diversificação das possibilidades do produtor rural.

Os cenários de produção agrícola e de bovinocultura de corte e suas variáveis

apresentaram uma taxa de retorno entre 45,6% e 52,5% com uma margem bruta que variou entre R\$ 249.850,00 e R\$ 308.745,44. Estes dados permitiram diagnosticar um baixo custo de produção por hectare das atividades com a utilização dos DLS.

O cenário de produção de bovinocultura de leite, apesar de apresentar uma rentabilidade de 13,9%, representa a quantia de R\$ 304.500,00 que se equipara a renda proporcionada pelo cenário agrícola, com a vantagem da renda ser distribuída em pagamentos mensais feitos ao produtor rural. O grande obstáculo ao cenário é o elevado custo de produção de R\$ 1.890.000,00 ao ano e a necessidade de tecnologia elevada para a produção de três tipos de forrageiras e maquinário para ordenha, armazenagem e resfriamento do leite.

Por fim, reinvestir na suinocultura para sair do modelo da integradora apresentou um cenário com o maior retorno de margem R\$ 769.677,55 para a propriedade ao ano e taxa de retorno em 38,8%. Aproveitando a infraestrutura e recursos existentes o produtor rural com um aporte superior em recursos pode optar por este modelo que apresenta o custo de produção de R\$ 1.215.450,05 com a opção de produzir milho e trigo para compor a ração suína. A limitação deste cenário está na necessidade do capital de giro, uma pequena usina de rações e silos para armazenar a produção de grãos da propriedade.

Os cenários produtivos agrícolas e pecuários permitem a tomada de decisão com flexibilidade de produção e relativa independência para as oscilações dos produtos e insumos no mercado agrícola. Priorizando a produção de milho e trigo para a produção de ração ou venda no mercado quando da atratividade de preço das *commodities*. Ainda, produzir leite, carne bovina e suína conforme possibilidades de capital e preço de mercado dos produtos.

REFERÊNCIAS

AMARAL, A.L. *et al.* Boas Práticas de Produção de Suínos. **Circular Técnica**. n. 50. EMBRAPA: Concórdia, dez. 2006.

ALMEIDA, J. O enfoque sistêmico e a interpretação dos processos sociais rurais: usos "redutores" de um pretensão paradigma "holístico". **Revista Redes**, v. 8, n.1, jan.-abr. 2003.

BAUMGRATZ, E. I. **Produção de trigo na região da Cotrijal**: análise econômico-financeira. 2014, 76 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) – Universidade de Cruz Alta, Cruz Alta, 2014.

BECKER, D. F. (Org.). *et al.* **Desenvolvimento Sustentável necessidade e/ou possibilidade**. 4. ed. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2002.

BRUM, A. L. *et al.* A economia do leite em propriedades rurais gaúchas: o caso do município de Redentora. **Revista de Administração e Contabilidade**. n. 27. jan-jun. 2015.

CANAL RURAL. Cotação em 10 mar. 17. Disponível em: <<http://www.canalrural.com.br/cotacao/>>. Acesso em: 10 mar. 17.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 11. ed. Santa Maria: Pallotti, 2016.

DIAS, M.I.A. *et al.* Viabilidade econômica do uso do biogás proveniente da suinocultura, em substituição a fontes externas de energia. **Revista Energia na Agricultura**. v. 28, n. 3, 2013.

FÁVERO, J. A. (Coord). Produção de suínos. **Sistema de Produção**, n. 1, jul. 2003.

GIL, A.C. **Estudo de Caso**. São Paulo: Atlas, 2009.

GODOI, C. K.; MELLO, R. B.; SILVA, A. B. (Org.). **Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

GOODE, W.J.; HATT, P.K. **Métodos em pesquisa social**. 2. ed. São Paulo: Nacional, 1968.

MOSSMANN, F.J. *et al.* Análise comparativa entre a produção de gado de corte e a produção de feno em uma propriedade rural de Chapecó/SC. **Revista Tecnológica**. v. 5, n. 2, 2016.

NETO, J. M. M. *et al.* Custos da produção de milho no estado de Mato Grosso, safras 2013/14 a 2015/16. **Interdisciplinar: Revista eletrônica**. Barra do Garças: UNIVAR. v. 1, n.16, 2016.

PINI, T.R.M. *et al.* Aplicabilidade da simulação técnico-econômico na bovinocultura de corte de Mato Grosso do Sul. **Archivos de Zootecnia**. v. 63. n. 241. Córdoba: Unicaja, 2014.

PRODANOV, C.C.; FREITAS, E.C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SANTOS, G.; MORAES, J. M. M.; NUSSIO, L. G. Custo e análise de sensibilidade na produção de silagem. **Revista Instituto Pecege**. Piracicaba, v.3, n. 1, 2017.

TUPY, O. *et al.* Viabilidade econômica e financeira do pastejo em alfafa em sistemas de produção de leite. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 24, n. 2, 2015.

YIN, R.K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ZAMBERLAM, J.; FRONCHETI, A. **Agroecologia: caminho de preservação do agricultor e do meio ambiente**. Petrópolis: Vozes, 2012.

4 DISCUSSÃO E RESULTADOS

O resultado obtido no primeiro artigo, primeiramente, confirmou a importância da recuperação dos solos para atender a expectativas ambientais conforme estudos de Bayer *et al.*, (2011) e Costa, Silva e Ribeiro (2013), que reduz a ação do efeito estufa pelo depósito de carbono no solo e como resultado secundário a proteção do solo contra a ação erosiva da chuva. O aproveitamento do DLS produzido permite o aproveitamento de grande quantidade de nutrientes NPK, para recuperação da fertilidade do solo e produção de forrageiras de alta qualidade nutricional.

Em segundo lugar, o produtor familiar tem na recuperação dos solos a ferramenta para opções de produção rural como a engorda de bovinos e em parceria com a produção de suínos para a obtenção dos DLS. Conforme resultado apresentado é economicamente viável a recuperação da propriedade degradada com retorno ou quitação do investimento da recuperação do solo para os cenários em três anos. Isso viabilizou a permanência deste produtor no campo, utilizando financiamentos para a agricultura familiar, com VPL entre R\$ 1.871,58 a R\$ 4.034,52 para a recuperação do solo em 3 anos.

Já as aquisições de terras degradadas com a recuperação do solo, nos cenários apresentados apresentam uma margem de risco para o uso de crédito financiado para a agricultura familiar, tendo VPL entre R\$ (5.083,38) e R\$ 1.371,11 nos cenários apresentados para oito anos, sendo necessário o uso de recursos próprios para mitigar o risco.

Em terceiro lugar, a recuperação de áreas degradadas é uma prática de desenvolvimento sustentável com grande viabilidade e importância no consórcio entre suinocultura e bovinocultura de corte com benefícios comprovados nas dimensões ambiental, social e econômica.

A pesquisa permitiu aprofundar a discussão referente aos cenários de produção numa pequena propriedade rural a partir da ação de recuperação dos solos proposta. Complementando a pesquisa inicial, um segundo trabalho possibilitou a discussão de diversos cenários de

produção de uma mesma propriedade rural, oferecendo opções de produções com o uso do biofertilizante, no caso dejetos líquidos suínos, disponíveis na propriedade permitindo ampliar no meio rural a produção dentro da ideia de sustentabilidade e do desenvolvimento rural.

Assim sendo, foi possível obter diversas possibilidades do uso dos dejetos líquidos suínos na propriedade para a fertilização do solo para diversas culturas. Considerando o uso de DLS foi possível perceber uma redução de custo de produção que chega a 35% o que permitiu a exploração de cenários produtivos para a diversificação das possibilidades do produtor rural.

Os cenários de produção agrícola e de bovinocultura de corte e suas variáveis apresentaram uma taxa de retorno entre 45,6% e 52,5% com uma margem bruta que variou entre R\$ 249.850,00 e R\$ 308.745,44. Estes dados permitiram diagnosticar um baixo custo de produção por hectare das atividades com a utilização dos DLS.

O cenário de produção de bovinocultura de leite, apesar de apresentar uma rentabilidade de 13,9%, representa a quantia de R\$ 304.500,00 que se equipara a renda proporcionada pelo cenário agrícola, com a vantagem da renda ser distribuída em pagamentos mensais feitos ao produtor rural. O grande obstáculo ao cenário é o elevado custo de produção de R\$ 1.890.000,00 ao ano e a necessidade de tecnologia elevada para a produção de três tipos de forrageiras e maquinário para ordenha, armazenagem e resfriamento do leite.

Como último resultado foi possível constatar que reinvestir na suinocultura para sair do modelo da integradora apresentou um cenário com o maior retorno de margem R\$ 769.677,55 para a propriedade ao ano e taxa de retorno em 38,8%. Aproveitando a infraestrutura e recursos existentes o produtor rural com um aporte superior em recursos pode optar por este modelo que apresenta o custo de produção de R\$ 1.215.450,05 com a opção de produzir milho e trigo para compor a ração suína. A limitação deste cenário está na necessidade do capital de giro, uma pequena usina de rações e silos para armazenar a produção de grãos da propriedade.

Por fim, os estudos aprofundaram questões referentes à destinação sustentável dos DLS, bem como na importância de recuperar áreas degradadas com a finalidade de melhorar a eficiência da produção agrícola. No primeiro estudo foi possível quantificar como se comportou o empreendimento quando avaliada a evolução das dimensões ambientais, econômicas e sociais no decorrer de 8 anos. A última abordagem fornece várias perspectivas para a tomada de decisão do que produzir, levando em conta a taxa de retorno, a tecnologia disponível, as possibilidades e limitações produtivas de maneira a aumentar a eficiência de pequenas e médias propriedades rurais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa apresenta uma proposta de recuperação de solos degradados por perda de fertilidade e processo erosivo, por uma perspectiva voltada ao desenvolvimento sustentável. O resultado permitiu a identificação da heterogeneidade das dimensões ambiental, econômica e social, a partir da recuperação do solo e manutenção da fertilidade pelo uso de dejetos líquidos suínos no decurso de oito anos.

Os cenários produtivos criados a partir da utilização de dejetos líquidos suínos permitiram identificar as potencialidades de produção, os custos e limitações das diversas opções de produção rural de maneira a tornar acessível a todos os produtores e especialistas do meio rural. É desejável que esta iniciativa se multiplique a fim de corroborar a pesquisa acadêmica e a sua utilidade no cotidiano das propriedades rurais.