

RODRIGO BARICHELLO

CONCEPÇÃO DE CONDOMÍNIOS DE AGROENERGIA: ANÁLISE
E PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA APLICAÇÃO EM
ÁREAS DE CONCENTRAÇÃO DA SUINOCULTURA

Tese submetida ao Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de Produção
da Universidade Federal de Santa
Catarina para a obtenção do Grau de
Doutor em Engenharia de Produção.
Orientador: Dr. Nelson Casarotto Filho

FLORIANÓPOLIS
2015

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor através do Programa de Geração automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Barichello, Rodrigo

Concepção de condomínios de agroenergia : análise e proposta de metodologia para aplicação em áreas de concentração da suinocultura / Rodrigo Barichello ; orientador, Nelson Casarotto Filho – Florianópolis, SC, 2015.

231 p.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Inclui referências

1. Engenharia de Produção. 2. Condomínios de agroenergia. 3. Suinocultura. 4. Biogás. 5. Biofertilizante. 6. Competitividade sistêmica. I. Casarotto Filho, Nelson. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. III. Título.

Rodrigo Barichello

CONCEPÇÃO DE CONDOMÍNIOS DE AGROENERGIA: ANÁLISE
E PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA APLICAÇÃO EM
ÁREAS DE CONCENTRAÇÃO DA SUINOCULTURA

Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do Título de “Doutor”, e aprovado em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Florianópolis, SC, 26 de junho de 2015

Prof. Fernando Antonio Forcellini, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Nelson Casarotto Filho, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Ronaldo Hoffmann, Dr.
Universidade Federal de Santa Maria

Prof. João Hélivio Righi de Oliveira, Dr.
Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Artur Santa Catarina, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Paulo Belli Filho, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Myriam Eugenia Ramalho Prata Barbejat, Dra.
Universidade Federal de Santa Catarina

Aos meus pais ELTON BARICHELLO e VIVANI MARIA GAZOLA BARICHELLO, e irmã ÂNGELA BARICHELLO, pelo exemplo de carinho e que dignamente me apresentaram à importância da família e ao caminho da honestidade e persistência. A minha noiva SUZANE ORTE CARDOSO DA SILVA, pela paciência, compreensão e amor proporcionado. Pelo apoio incondicional em todos os momentos, principalmente nos de incerteza, muito comuns para quem tenta trilhar novos caminhos. Sem você nenhuma conquista valeria a pena.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Nelson Casarotto Filho, o meu reconhecimento pela oportunidade de realizar este trabalho ao lado de alguém que transpira sabedoria. Pelo apoio, confiança e incentivos concedidos.

À Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), por acreditar no meu profissionalismo. Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) e seus professores, que acrescentaram muito em meu conhecimento científico e humano.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de Doutorado Sanduíche, possibilitando o Estágio Doutoral na Universidade do Minho – Portugal e visitas em instituições renomadas na Europa na área de estudo deste trabalho.

Ao FUMDES (Fundo de Apoio à Manutenção e ao Desenvolvimento da Educação Superior no Estado de Santa Catarina), recurso fundamental de apoio econômico durante a realização do doutorado.

A Dra. Paula Varandas Ferreira, professora da Universidade do Minho por ter me recebido para o estágio em Portugal, pelas suas orientações, por ter possibilitado a participação em grupos e encontros que proporcionaram uma preciosa contribuição para a pesquisa.

Agradecer a todos os pesquisadores do CVR - Centro para a Valorização de Resíduos, instalado na Universidade do Minho, em particular a Dra. Bruna Fonseca e Dr. André Ribeiro, do Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento, deixo um agradecimento especial pela colaboração e grande ajuda nos trabalhos de pesquisa de campo, pelo acolhimento na instituição e por me integrar nas discussões do projeto AGROGAS, que reuniu instituições de pesquisa e órgãos governamentais espanhóis, franceses e portugueses.

Agradecer aos responsáveis pela gestão dos condomínios em agroenergia estudados neste trabalho pela aceitação e disponibilidade de participação na construção da pesquisa, demonstrando detalhadamente os projetos e práticas, em especial, ao Eng. Juan Fernando García (Alemanha), Xabier Ripa (Espanha) e Luis Thiago Lucio (Centro Internacional de Energias Renováveis - Biogás (CIBIOPGÁS) – Brasil).

A todos os Produtores Rurais que, com boa vontade, me receberam e permitiram a realização desta pesquisa.

A Universidade Comunitária da Região de Chapecó – UNOCHAPECO, por me incentivar na realização deste trabalho, meu muito obrigado.

A minha família, pelo carinho, compreensão e incentivo na busca de conhecimento e crescimento. À minha namorada, por todo amor, paciência e dedicação, não apenas durante a realização desta tese, mas durante toda nossa trajetória conjunta.

Àqueles que, embora não citados, estiveram presentes, ou de forma casual, ou esporadicamente, muito obrigado.

“Dizem que sou um cara de sorte... Só sei que,
quanto mais me esforço, mais sorte tenho!”
(Jack Niklaus)

RESUMO

A suinocultura é considerada uma atividade de alto potencial poluidor, devido aos excrementos gerados pelos suínos (dejetos). Como forma de minimização dos efeitos, a tecnologia de digestão anaeróbica em biodigestores é uma das possibilidades para o combate da poluição gerada pela suinocultura e que ao mesmo tempo, agrega valor as propriedades rurais. Uma das principais questões que envolvem o uso desta tecnologia, é a escala de produção da biomassa residual, que está relacionada diretamente com o número de animais em cada propriedade, o que é limitante para viabilizar a valorização econômica dos subprodutos mencionados, fato que pode excluir pequenas e médias propriedades do acesso a potencial fonte de renda e sustentabilidade do segmento. O presente trabalho objetiva-se ao estudo do conceito de condomínios de agroenergia e apresenta uma nova perspectiva para o homem do campo, aqui chamado de “Energicultores”, uma vez que, o biogás, como produto e como fonte renovável de energia, pode ser explorado em sistemas cooperativos. Foram estudados três casos de concepção de condomínios de agroenergia na agricultura, estes localizados em diferentes países, um caso na Alemanha, um caso na Espanha e outro no Brasil. Realizou-se a identificação e análise de fatores determinantes para a competitividade destes condomínios de agroenergia à luz da metodologia da competitividade sistêmica e desenvolveu-se uma proposta de metodologia para a concepção de condomínios de agroenergia na suinocultura. Constata-se que a criação de condomínios de agroenergia pode ser uma solução para conciliar escala de produção com escala de consumo, sendo que a criação destes arranjos produtivos está fortemente associada ao desenvolvimento econômico rural, podendo-se citar o acréscimo na renda dos agricultores, preservação dos recursos naturais, redução das Emissões dos Gases do Efeito Estufa e mudanças no contexto social. Realizou-se a validação da metodologia proposta através da implantação de um caso prático da criação de um condomínio de agroenergia em duas propriedades de porte médio criadoras de suínos, na qual um gasoduto interliga as duas propriedades em questão, com o intuito de valorização dos dejetos suínos, oferecendo escala para a produção do biogás, com resultados positivos nos aspectos ambientais, energéticos e principalmente econômicos.

Palavras-chave: Condomínios de agroenergia. Suinocultura. Biogás. Biofertilizante. Competitividade Sistêmica.

ABSTRACT

A swine is considered a high pollution potential activity due to excrement generated by pigs (waste). As a way of minimizing the effects, anaerobic digestion technology in biodigesters is one of the possibilities to combat the pollution generated by the pig farming and at the same time, adds value rural properties. One of the main issues surrounding the use of this technology is the production scale of the residual biomass, which is directly related to the number of animals on each property, which is bound to enable the economic value of the by-products mentioned, which may exclude small and medium farms access to potential source of income and segment sustainability. This objective is to work to the study of the concept of agro-energy condominiums and presents a new perspective to the farmer, here called "Farmers Energy", since, biogas, as a product and as a renewable energy source, It can be exploited in cooperative systems. We studied three cases of designing bioenergy condominiums in agriculture, these located in different countries, a case in Germany, a case in Spain and one in Brazil. We conducted the identification and analysis of factors determining the competitiveness of agro-energy condominiums light of the systemic competitiveness approach and developed a draft methodology for designing bioenergy condominiums in pig farming. It appears that the creation of agro-energy condos can be a solution to reconcile the scale of production with consumption scale, and the creation of these clusters is strongly associated with rural economic development and can cite the increase in farmers' income, preservation of natural resources, reduction of greenhouse gas emissions and changes in the social context. It was held to validate the proposed methodology by implementing a case of creating a bioenergy condominium in two mid-sized properties creators of pigs in which a pipeline connects the two properties in question, with the aim of waste recovery pigs, providing scale for the production of biogas, with positive results in environmental, energy and mainly economic.

Keywords: agro-energy condominiums. Swine. Biogas. Biofertilizers. Systemic competitiveness.

LISTA DE APÊNDICE

Apêndice A: Roteiro para entrevistas com responsáveis pela gestão dos condomínios de agroenergia.....	210
Apêndice B: Roteiro para entrevistas com agricultores participantes do projeto.....	213
Apêndice C: Roteiro para entrevistas com pesquisadores da temática (Universidades e Centros de Pesquisa).....	214

LISTA DE ANEXO

Anexo A: Viabilidade econômico-financeira de um dos condomínios de agroenergia oriundo do projeto Agrogás ..	218
Anexo B: International intensive Biogas Training	230

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Inserção do condomínio de agroenergia na cadeia produtiva.....	36
Figura 2: Produção em mil toneladas/suínos e milhões de cabeças	48
Figura 3: Modelo indiano de biodigestor	57
Figura 4: Modelo chinês de biodigestor	57
Figura 5: Modelo de biodigestor lagoa anaeróbica coberta.....	58
Figura 6: Rede top-down.....	65
Figura 7: Rede flexível de pequenas empresas.....	65
Figura 8: Elementos morfológicos das redes de empresas	66
Figura 9: Determinantes da Competitividade sistêmica – os níveis de análise com base em Meyer-Stamer	71
Figura 10: Resumo dos determinantes da competitividade sistêmica nos seus quatro níveis.....	72
Figura 11: Determinantes da vantagem competitiva da localização	78
Figura 12: Roteiro do estudo científico	89
Figura 13: Localização do município de Marechal Candido Rondon/PR	99
Figura 14: Localização geográfica dos municípios da microrregião de Marechal Cândido Rondon/PR.....	100
Figura 15: Bacia hidrográfica do Rio Paraná III	101
Figura 16: Concentração de suínos/km ² na Bacia Paraná III	103
Figura 17: Concentração de bovinos/km ² na Bacia Paraná III	103
Figura 18: Mapa de localização Bacia da Sanga Ajuricaba	107
Figura 19: Mapa de produtores interessados no condomínio de agroenergia com produção de animais. Condomínio de Agroenergia – Sanga Ajuricaba.....	108
Figura 20: Biodigestor modelo BioKöhler implantado no condomínio de agroenergia – Sanga Ajuricaba.....	108
Figura 21: Biodigestor modelo lagoa anaeróbica coberta implantado no condomínio de agroenergia – Sanga Ajuricaba.....	109
Figura 22: Visualização dos locais de produção de biogás e traçado do gasoduto no condomínio de agroenergia – Sanga Ajuricaba	109
Figura 23: Gasoduto no condomínio de agroenergia – Sanga Ajuricaba	110
Figura 24: Microcentral termelétrica à biogás implantada no condomínio de agroenergia – Sanga Ajuricaba.....	110

Figura 25: Visualização do processo de operação do condomínio de Agroenergia – Sanga Ajuricaba	111
Figura 26: Localização de Navarra no continente Europeu	113
Figura 27: Zonas agrárias de Navarra	114
Figura 28: Valle de Ultzama	117
Figura 29: Foto 1 - Panorâmica da planta de biogás	119
Figura 30: Recepção e depósito de homogeneizador	120
Figura 31: Biodigestores	120
Figura 32: Separador sólido-líquido	121
Figura 33: Depósito da fração líquida e sólida dos resíduos após passagem pelos biodigestores.....	122
Figura 34: Distribuição das lagoas de armazenamentos da fração líquida.....	123
Figura 35: Visualização do processo de geração de energia elétrica e cogeração	124
Figura 36: Visualização do processo de operação de planta de Biogás – Ultzama	125
Figura 37: Localização de Steinfurt	126
Figura 38: Locais de depósito de biomassa.....	131
Figura 39: Visualização da planta de Biogás - Steinfurt	132
Figura 40: Visualização panorâmica da planta de Biogás - Steinfurt .	133
Figura 41: Micro rede de gás	133
Figura 42: Processo de operação da planta de Biogás - Steinfurt	134
Figura 43: Metodologia de criação de condomínios de Agroenergia .	156
Figura 44: Esquema para identificação dos fatores determinantes de competitividade	162
Figura 45: Visualização das propriedades do projeto	164
Figura 46: Fluxograma do Programa 3S	165
Figura 47: Biodigestor modelo lagoa anaeróbica coberta e lagoa facultativa.....	166
Figura 48: Tubulação coletora de dejetos.....	168
Figura 49: Visualização do gasoduto e balão de armazenamento.....	168
Figura 50: A esquerda: gasoduto sendo construído / A direita: gasoduto finalizado	169
Figura 51: Início do gasoduto	169
Figura 52: Conjunto motor-gerador e medidor de consumo de biogás	170
Figura 53: Esquema de produção e gestão das propriedades estudadas	173

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Impactos ambientais causados pela atividade da suinocultura sobre os recursos naturais	53
Quadro 2: Elementos estruturais de uma Rede.....	66
Quadro 3: Contribuição das redes para as empresas	67
Quadro 4: Fatores que influenciam a competitividade e papéis a serem desempenhados pelo Governo e Instituições e/ou Corporações	79
Quadro 5: Fatores que influenciam a competitividade de aglomerações produtivas, condomínios, regiões e papéis a serem desempenhados pelo governo e instituições de suporte.....	80
Quadro 6: Pressupostos norteadores para o desenvolvimento da pesquisa.....	94
Quadro 7: Distribuição das lagoas de armazenamentos da fração líquida	122
Quadro 8: Comparação entre os estudos de casos analisados	135
Quadro 9: Fatores que influenciam a competitividade sistêmica identificados nos estudos de casos	138
Quadro 10: Resumo da primeira etapa	158
Quadro 11: Resumo da segunda etapa	160
Quadro 12: Resumo da terceira etapa.....	161
Quadro 13: Resumo da quinta etapa.....	162
Quadro 14: Resumo da sexta etapa	163
Quadro 15: Investimento inicial	173
Quadro 16: Redução de gastos na propriedade em estudo	174
Quadro 17: Relação de bens patrimoniais	174
Quadro 18: Fluxo de caixa projetado	175
Quadro 19: Análise de sensibilidade	175

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Principais países produtores de carne suína	46
Tabela 2: Principais países exportadores de carne suína.....	46
Tabela 3: Destino das exportações brasileiras de carne suína.....	47
Tabela 4: Produção de carne suína (mil toneladas)/estado.....	49
Tabela 5: Componentes do biofertilizante oriundo do dejetos suíno.....	63
Tabela 6: Exemplo de taxas de remuneração para usinas de biogás ...	146

LISTA DE ABREVIATURAS

ABIPECS - Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína.

ACCS - Associação Catarinense de Criadores de Suínos

AGROGAS - Projeto do Centro para a Valorização de Resíduos

CENBIO - Centro Nacional de Referência de Biomassa

COPEL – Companhia Paranaense de Energia

CVR - Centro para a Valorização de Resíduos

DO - Demanda de Oxigênio

DQO - Demanda Química de Oxigênio

EEG - Leis de Energias Renováveis na Alemanha

EMATER - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

FIESC - Federação das Indústrias de Santa Catarina

FPTI – Fundação Parque Tecnológico de Itaipu

GEE - Gases do Efeito Estufa

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná

IEA - Agência Internacional de Energia

IEE - Intelligent Energy Europe

IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

ITAI – Instituto de Tecnologia Aplicada e Inovação

KW – Quilowatt

LIC – Locais de Importância Comunitária

PROINFA - Programa de Incentivo como Fontes Alternativas de Energia Elétrica

PTI - Parque Tecnológico Itaipu

SEAB - Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento – Estado do Paraná

SREEN - Relatório Especial de Energias Renováveis

USDA - Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	31
1.1 OBJETIVOS	36
1.1.1 Objetivo geral	36
1.1.2 Objetivos específicos	36
1.2 JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO TEMA.....	37
1.3 INEDITISMO, RELEVÂNCIA E CONTRIBUIÇÕES	41
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	42
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	45
2.1 PANORAMA DA SUINOCULTURA MUNDIAL E BRASILEIRA	45
2.2 ENERGIA RENOVÁVEL E OS RESÍDUOS RURAIS	49
2.3 APROVEITAMENTO DOS DEJETOS SUÍNOS	52
2.3.1 Biodigestores.....	54
2.3.2 Modelos de biodigestores para produção de biogás	56
2.3.3 Biogás	59
2.3.4 Biofertilizante	62
2.4 REDES DE EMPRESAS	64
2.4.1 Análise da Competitividade em Redes de Empresas.....	68
2.4.1.1 O modelo do IAD - fatores determinantes da competitividade sistêmica.....	69
2.4.1.2 O “Diamante” da vantagem locacional de Porter.....	77
2.5 REDES DE EMPRESAS EM AGROENERGIA: OS CONDOMÍNIOS COMO UMA NOVA ECONOMIA	80
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	89
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	90
3.2 PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS	92
3.2.1 Instrumento de pesquisa	93
3.2.2 Procedimentos para construção dos roteiros de entrevistas... 93	
3.3 LEGITIMAÇÃO DO MODELO – ANÁLISE DE ESPECIALISTAS	95
3.4 ANÁLISE E TABULAÇÃO DOS DADOS	95

3.5 DESCRIÇÃO DO AMBIENTE DA PESQUISA.....	96
3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	98
4 ESTUDOS DE CASOS	99
4.1 CONDOMÍNIO DE AGROENERGIA – SANGA AJURICABA - BRASIL.....	99
4.1.1 O Local da pesquisa de campo: breve caracterização	99
4.1.2 Histórico.....	101
4.1.3 Dinâmica de funcionamento.....	106
4.1.4 Custo e fonte de financiamento	111
4.2 PLANTA DE BIOGÁS – ULTZAMA – NAVARRA- ESPANHA	112
4.2.1 O local da pesquisa de campo: breve caracterização.....	112
4.2.2 Histórico da planta de biogás de Ultzama.....	114
4.2.3 A discussão do sistema de gestão dos dejetos no município de Ultzama	116
4.2.4 Dinâmica de funcionamento.....	118
4.2.5 Custo e fonte de financiamento	125
4.3 PLANTA DE BIOGÁS – STEINFURT – ALEMANHA.....	125
4.3.1 O local da pesquisa de campo: breve caracterização.....	125
4.3.2 Histórico da planta de biogás (condomínio)	127
4.3.3 Dinâmica de funcionamento.....	128
4.3.4 Fontes de financiamento	134
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	137
5.1 CONDOMÍNIOS DE AGROENERGIA SOB A ÓTICA DA COMPETITIVIDADE SISTÊMICA.....	137
5.2 ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DOS CONDOMÍNIOS DE AGROENERGIA	155
5.3 CRIAÇÃO DE METODOLOGIA PARA A IMPLANTAÇÃO DE UM CONDOMÍNIO DE AGROENERGIA COM BASE NOS ESTUDOS DE CASOS	155
5.3.1 Descrição das etapas	157
5.3.2 Aplicação e validação da metodologia proposta para concepção de condomínios de agroenergia	163
5.3.2.1 Histórico do condomínio de Agroenergia (Aplicação da Metodologia Proposta).....	163
5.3.2.2 A instalação de biodigestores nas propriedades	165

5.3.2.3 Dinâmica de funcionamento.....	168
5.3.2.4 Custo e fonte de financiamento	173
5.3.3 Síntese da aplicação da metodologia proposta.....	176
6 CONCLUSÕES E SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS.....	181
6.1 CONCLUSÕES.....	181
6.2 SUGESTÕES DE ESTUDOS FUTUROS.....	183
REFERÊNCIAS	185
APÊNDICE.....	209
ANEXO	217

1 INTRODUÇÃO

“[...] ao produzirem seus meios de existência, os homens produzem indiretamente a sua vida material” (MARX, 2002, p.11)

A evolução do desenvolvimento humano ao longo de sua existência está estreitamente relacionada com a evolução do domínio sobre a exploração e uso das fontes de energia dispostas na natureza (MARX, 2002).

Da atual oferta energética mundial, estimada em 11.435 milhões de toneladas equivalentes de petróleo, 81% (oitenta e um por cento) é baseada nos combustíveis fósseis (IEA, 2011). Em contexto internacional, o tema é amplamente discutido, uma vez que, enquanto as necessidades humanas têm se mostrado crescentes, os recursos naturais, fontes primárias de suprimento dessas necessidades, são limitadas.

No mesmo sentido, as mudanças climáticas decorrentes das emissões dos gases de efeito estufa levam à discussão e ao direcionamento de uma crise ambiental em escala planetária sem precedentes (IPCC, 2011). Diante deste cenário, as energias renováveis aparecem como alternativa para reduzir os efeitos dessa crise (RUIZ; RODRÍGUEZ; BERMANN, 2007).

A busca pela autossuficiência em geração de energia, aliada a uma diversificação da matriz energética, ou seja, a procura por diferentes fontes de energias alternativas, de preferência renováveis, que supram a demanda interna dos países no caso de uma escassez de combustíveis fósseis está cada vez mais em pauta (PACHECO, 2006). No final da década de 1970, as energias renováveis passaram a ser consideradas como fontes alternativas às energias tradicionais, tanto pelo seu presente e futura disponibilidade garantida (ao contrário dos combustíveis fósseis que precisam de milhares de anos para a sua formação), quanto por seu impacto ambiental reduzido (TSAI; LIN, 2009).

A crise energética e os problemas ambientais decorrentes da utilização de fontes poluentes e não renováveis de energia, mudaram o cenário mundial sobre o tema, levando à busca de soluções sustentáveis nos três âmbitos: econômico, ambiental e social (OLIVEIRA et al. 2011). Estes aspectos podem ser traduzidos pela volatilidade dos mercados de combustíveis fósseis no mundo e pelo risco das mudanças climáticas por causa do uso intensivo de fontes de energia que geram emissões de gases de efeito estufa (GEE) (POESCHL; WARD; OWENDE, 2012).

O Brasil é reconhecidamente um país com um elevado potencial de aproveitamento das fontes renováveis de energia, principalmente pela sua grande concentração em projetos de aproveitamento hidroelétricos. Há de se destacar, que o uso da energia provinda de hidrelétricas é responsável pela maior parcela de toda geração de eletricidade (EPE, 2013). O governo estima um aumento na demanda por eletricidade, mas, ao mesmo tempo, mudanças climáticas e hidrológicas estão ameaçando a oferta em um setor que é fortemente dependente de grandes hidrelétricas (BENJAMIM, 2001). Conforme dados do Balanço Energético Nacional publicado no ano de 2013 verifica-se uma diminuição na geração de energia através da hidráulica, de uma participação de 81,8% houve queda para 76,9%, devido às condições hidrológicas desfavoráveis e consequentemente ao aumento da geração térmica (EPE, 2013).

Ademais, em face das questões do meio-ambiente e do desenvolvimento sustentável, principalmente no período entre a Rio-92 e a Rio+10, intensificou-se o movimento em prol de uma maior participação das fontes renováveis alternativas na matriz energética brasileira (GOLDEMBERG; LUCON, 2007). Foram criados centros de referência em energia eólica e solar, no ano de 1994, de biomassa, em 1996, e de pequenas centrais hidrelétricas (PCH), em 1997, e culminou com a edição do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), em 2002 (SOUZA et al. 2004).

Ainda o mesmo autor, descreve que existe ainda estático com pouco aproveitamento grande potencial de fontes renováveis de energia, destacando-se entre elas a energia solar, eólica e biomassa. É neste cenário, que ocorre a inserção da atividade da suinocultura, foco deste trabalho, uma vez que desponta com uma potencialidade no quesito da energia renovável.

Os resíduos de biomassa provenientes da suinocultura formam um enorme e inexplorado potencial de recurso energético, apresenta muitas oportunidades de melhor utilização e estão prontamente disponíveis a custos relativamente baixos (CEPA, 2004; PALHARES, 2008).

A suinocultura é reconhecidamente uma atividade de grande potencial poluidor, por produzir grandes quantidades de resíduos com altas cargas de nutrientes (fósforo e nitrogênio), matéria orgânica, sedimentos, patógenos, metais pesados, hormônios e antibióticos (KUNZ; HIGARASHI; DE OLIVEIRA, 2005). O modelo de produção atual brasileiro, caracterizado pela adoção de sistemas de criação intensiva e em confinamento aliado ao incremento tecnológico nos sistemas de produção, concentra grande número de animais em áreas reduzidas, tendo como resultado um aumento na geração de dejetos, o que

umenta ainda mais os riscos de contaminação ambiental (ANGONESE et al. 2006).

Spies (2003) em seu estudo relata a importância para os princípios do desenvolvimento sustentável na atividade da suinocultura e como critérios para orientar o desenvolvimento da indústria. A sustentabilidade da indústria de suínos é influenciada por fatores locais, regionais, nacionais e globais que operam em diversas escalas, e que por sua vez, indicam a necessidade de utilizar uma abordagem multi-dimensional, que combina atributos ambientais, econômicos e sociais.

Neste sentido, existe uma tendência na intensificação da produção de suínos, onde o aumento da escala de produção é o indicador mais notório. Essa tendência é motivada pelas pressões econômicas (mercado) que buscam a redução de custos e aumento da produtividade. Esta intensificação provocou um forte impacto ambiental negativo sobre os recursos naturais, uma vez que a intensificação ocorreu sem prévia avaliação dos aspectos ambientais da unidade produtiva, das microbacias e da região onde está inserida (SILVA; BASSI, 2012).

O manejo inadequado dos resíduos da suinocultura (extravasamento de esterqueiras, aplicação excessiva no solo, para citar alguns) pode ocasionar a contaminação de rios (como a eutrofização), de lençóis subterrâneos, do solo (patógenos e excesso de nutrientes, dentre outros) e do ar (como emissões gasosas) (KUNZ; HIGARASHI; DE OLIVEIRA, 2005). Neste contexto, a tecnificação para o tratamento dos dejetos suínos constitui um grande desafio. O estudo de tecnologias alternativas de manejo, tratamento e arranjos produtivos que minimizem o volume e a concentração de poluentes gerados pela atividade é de grande importância.

O problema da gestão dos dejetos de suínos é complexo e não existe, a priori, uma única solução, ou mesmo uma solução em curto prazo. As pesquisas desenvolvidas neste assunto devem buscar novas alternativas que integrem a produtividade de suínos com a preservação ambiental (SILVA; BASSI, 2012). Uma das alternativas tecnológicas para o gerenciamento dos dejetos de suínos, e que permite a agregação de valor ao resíduo, é a utilização de biodigestores (PERDOMO et al. 2003). A adoção de sistemas de tratamento de dejetos animais com biodigestores, quando bem manejados, é considerada uma alternativa viável que, além do ganho ambiental deste tratamento ao reduzir substancialmente a demanda por oxigênio do efluente, tem como produto o biogás que pode ser convertido em energia e calor, gerando receita aos produtores (KOCAK-ENTURK et al. 2007; BORTONE, 2009). Adicionalmente, o biofertilizante, subproduto do processo de

fermentação, é um componente cuja aplicação correta nas lavouras pode gerar economia na aquisição de fertilizantes químicos provenientes de fora da propriedade, além de reduzir o risco da contaminação dos cursos hídricos (CIOTOLA; LANSING; MARTIN, 2011; OLIVEIRA et al. 2011).

A utilização da tecnologia de produção de biogás produzido a partir da digestão anaeróbia pode contribuir decisivamente para a resolução das questões energéticas e ambientais, ao nível regional e ao nível local (EDWIGES et al. 2012). Neste contexto, a biodigestão no Brasil ainda caminha a passos lentos. Mesmo possuindo um dos maiores rebanhos de suínos do mundo, o Brasil não possui mais do que alguns milhares de biodigestores, sendo que a maioria dos biodigestores está inativo devido à falta de suporte técnico e de tecnologias eficientes (PALHARES, 2008). Por exemplo, um estudo realizado no Estado de Santa Catarina, mostram que o potencial de geração de gás metano é de 4 milhões de m³/ano (BELLI FILHO, 2015).

Uma das principais questões que envolvem o uso desta tecnologia, é a escala de produção da biomassa residual, que está relacionada diretamente com o número de animais em cada propriedade, o que é limitante para viabilizar a valorização econômica dos subprodutos mencionados, fato que pode excluir pequenas e médias propriedades do acesso a potencial fonte de renda e sustentabilidade do segmento.

Estudos como o de Souza et al. (2004), Coldebella (2006), Esperancini et al. (2007), Junges (2009), Cervi, Esperancini e Bueno (2010) demonstraram que em propriedades que não possuem grande potencial de dejetos, a implantação de biodigestores é inviável econômico e financeiramente, devido ao alto custo de instalação dos equipamentos, sendo que o retorno do investimento depende da tarifa de energia paga pelo produtor, do período de utilização da planta e depende diretamente do dimensionamento técnico da demanda de energia elétrica para as diversas atividades da propriedade.

Em determinadas regiões do país há grandes concentrações de animais em confinamento, esses animais estão alocados em diversas propriedades rurais de pequeno a médio porte, o que inviabiliza o investimento em equipamentos necessários à produção de biogás em escala viável para a geração de energia elétrica dentro da propriedade. Segundo o IBGE (2009), os estabelecimentos ligados à agricultura familiar foram responsáveis por 59% da produção de suínos.

Neste contexto, insere-se o estudo sobre o conceito de condomínios de agroenergia, tema deste trabalho. Uma vez que se pressupõe que a criação de condomínios de agroenergia pode ser uma

solução para conciliar escala de produção com escala de consumo, sendo que a criação destes arranjos produtivos está fortemente associada ao desenvolvimento econômico rural (competitividade das zonas rurais, renda dos agricultores, preservação dos recursos naturais, redução das Emissões dos GEE, meio social) (RURALE.EVOLUTION, 2012; MANOS et al. 2014).

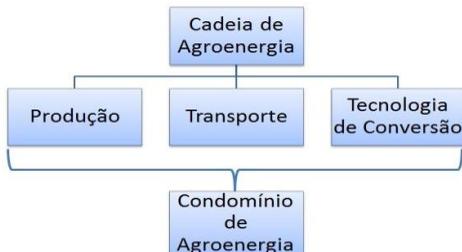
Para fins conceituais, um condomínio de agroenergia é definido como:

[...] a área territorial de localização de uma ou mais cadeias de bioenergia, integrado a tecnologias, com determinada estrutura organizacional e economicamente adaptado para a produção e utilização de energia proveniente de origem agrícola, através da utilização da biomassa disponível em área local e/ou regional. (RURALE.EVOLUTION, 2012, p. 9)

Uma cadeia de agroenergia é caracterizada por três aspectos principais: a produção da biomassa, o transporte (logística) e a tecnologia de conversão da biomassa. Sendo assim, a definição de cadeia de agroenergia da biomassa é o processo ou conjunto de processos necessários para produzir, coletar, (eventualmente) transportar e converter biomassa em energia e outros subprodutos em escala comercial. (BLEY JÚNIOR et al. 2009, MANOS et al. 2014)

Nesta perspectiva um condomínio de agroenergia pode ser visto como um conjunto de ações que interagem a fim de encontrar sinergias para redução dos custos de produção e a fim de viabilizar tais investimentos (escala de produção). Esta interação pode ser visualizada em diferentes níveis de integração. (Figura 1).

Figura 1: Inserção do condomínio de agroenergia na cadeia produtiva



Fonte: Autor

No Brasil, estudos sobre a concepção de condomínios de agroenergia para o tratamento de resíduos animais estão em desenvolvimento (BLEY JUNIOR, 2009), o que corrobora a presente tese no debate acerca do tema. Desta perspectiva, o desenvolvimento deste estudo procurar-se-á responder a seguinte pergunta de pesquisa:

Quais os fatores determinantes para que a implantação de condomínios de agroenergia se dê de forma efetiva e competitiva, promovendo o desenvolvimento rural/agropecuário mais sustentável?

1.1 OBJETIVOS

Com base na descrição do contexto e na formulação da questão de pesquisa os objetivos traçados neste trabalho voltam-se para:

1.1.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo principal analisar modelos de condomínios de agroenergia voltados para o desenvolvimento rural sustentável a partir dos pressupostos da competitividade sistêmica, propondo uma metodologia aplicável em áreas de concentração da suinocultura brasileira.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar critérios de formulação de modelos de condomínios de agroenergia existentes em países da Europa (Alemanha, Espanha) e em fase de implantação no Brasil.

- Identificar as questões que envolvem a criação e manutenção da competitividade sistêmica dos condomínios de agroenergia, com ênfase no desenvolvimento econômico e rural sustentável;
- Propor metodologia para a concepção de Condomínios de Agroenergia para aplicação em regiões de concentração da suinocultura.

1.2 JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO TEMA

As atividades relacionadas à suinocultura ocupam lugar de destaque na matriz produtiva do agronegócio brasileiro, destacando-a como uma atividade de importância no âmbito econômico e social, em especial na geração de emprego, pois sua produção ocorre, principalmente, em pequenas e médias propriedades rurais, nas quais a mão-de-obra familiar é empregada (ROPPA, 2002).

A suinocultura não se resume apenas na produção de suínos, engloba toda uma cadeia produtiva que se estende desde a genética, produção de insumos para alimentação dos animais, o abate e comercialização. Entretanto, a suinocultura moderna vem se destacando de forma negativa, com as questões relacionadas ao meio ambiente. (KUNZ; ENCARNAÇÃO, 2007).

O meio rural passou por intensa revolução tecnológica ao longo das últimas décadas que culminou em considerável aumento da produtividade no campo. Em contrapartida, as operações agrícolas tem se mostrado como grandes geradoras de resíduos em todo o mundo (TSAI; CHOU; CHANG, 2004; MIN et al. 2005; ARVANITTOYANNIS; LADAS, 2008; WAGNER et al. 2009).

No caso específico da suinocultura, é uma atividade econômica altamente poluidora, principalmente para o solo e recursos hídricos. Por consumir alta quantidade de água no processamento, o volume de efluentes é substancial e possui vários elementos poluentes e nocivos à saúde humana e animal (DAGA et al. 2007; ALMEIDA et al. 2008; OLIVEIRA et al. 2011; WAGNER et al. 2009). O volume total de água doce usado na suinocultura é medido através do indicador de pegada hídrica, que para a produção de suínos brasileira é de 4818 metros cúbicos de água por tonelada de suíno (PALHARES, 2011). Particularmente em relação à produção brasileira de suínos, grande parte dos dejetos normalmente são aplicados de forma descontrolada em lavouras como fertilizante, atingindo rios e mananciais (ANGONESE et al. 2006), o que salienta o enorme potencial poluidor, pois este material contém fezes,

urina, restos de alimentos não ingeridos e os germes e bactérias que os acompanham (ARVANITOYANNIS; LADAS, 2008).

Para Tsai et al. (2004), a biomassa é atraente como fonte alternativa de energia do ponto de vista da sustentabilidade, pois além do ganho explícito para o meio-ambiente, há ganhos diretos e indiretos do ponto de vista social e tem se mostrado viável do ponto de vista econômico.

A produção de dejetos, até meados da década de 70, não era fator preocupante para o meio ambiente, pelo fato de haver pouca concentração de animais, sendo os resíduos facilmente absorvidos pelas próprias propriedades suinocultoras como adubo orgânico (KUNZ; HIGARASHI; DE OLIVEIRA, 2005). Com a crescente produção e o surgimento de regiões com alta concentração de animais, percebe-se que a poluição de determinados mananciais de água brasileiros aumentou de forma drástica. As águas atingidas por estes resíduos, em pouquíssimo tempo, perdem a capacidade de manutenção da vida, prejudicando não somente o solo e a água como também os seres vivos (organismos) expostos a ele, pois esses resíduos possuem, em sua composição, grande quantidade de elementos químicos, mormente orgânicos, que têm alta demanda de oxigênio (DO) (PALHARES, 2011).

A concentração da atividade suinícola não obedeceu a uma estratégia única, mas decorreu de dois fatores simultâneos. O primeiro corresponde à busca por melhores índices produtivos, que fez com que os produtores com menor escala de produção, se vissem forçados a aumentar o seu plantel, ou então, a se especializarem numa determinada fase do ciclo produtivo, quer seja como produtores de leitão ou terminadores e o segundo fator relaciona-se com aspectos logísticos da agroindústria, pois estas evitam integrar produtores localizados a muita distância de suas plantas de abate (GUIVANT; MIRANDA, 1999; DALMAZO; BAZI; OLIVEIRA, 2009).

A criação de animais em regime de confinamento ao mesmo tempo em que apresenta características muito positivas sob o ponto de vista econômico e operacional, traz outras que determinam especial atenção para que seus efeitos não se transformem em prejuízo. De acordo com Bley Júnior (2003) são casos, por exemplo, da biosseguridade, do conforto animal e do meio ambiente, temas que vêm sendo estudados, avaliados e discutidos na atualidade, cada vez mais intensamente e que pelo fato de exigirem conhecimento específico e de se caracterizarem como custos de investimentos aparentemente não produtivos, são de difícil assimilação e aplicação por parte dos produtores. Ainda o mesmo autor, ressalta que no caso da suinocultura, as questões ambientais que

envolvem a propriedade são ainda questões não resolvidas e é assim no mundo todo.

Operando dentro de margens de lucro constantemente reduzidas e limitadas pela prática e concorrência acirrada no setor, a produção de proteína animal no Brasil tem encontrado dificuldades para cobrir os custos de investimento e operação do tratamento desses impactos ambientais. Com isso, a sustentabilidade da criação é comprometida e pode ocorrer sua inviabilização pelo não atendimento da legislação ambiental (BLEY JUNIOR et al. 2009).

Nesta concepção, o biogás, como produto e como fonte renovável de energia, pode ser explorado em sistemas associativos. A produção de biogás, através de equipamentos específicos para este fim instalados nas propriedades, pode ser interligada por gasodutos rurais, formando conjuntos de redes interligadas e/ou através da criação de associação dos produtores, para que os dejetos suínos sejam tratados em um processo centralizado para este fim, podendo oferecer escala para a produção do biogás. Argumenta Bley Júnior (2009) que os produtores consorciados podem interligar/associar sua produção a uma só central geradora de energia, o que atenderia uma economia em escala altamente viabilizadora para os participantes, com resultados importantes nos aspectos ambientais, energéticos e principalmente econômicos.

Partindo deste princípio, vem se delineando nas últimas décadas nas regiões de maior concentração de animais uma mudança no paradigma energético, uma vez que com a crescente evolução do sistema agroindustrial da suinocultura, surgem problemas ambientais que impactam fortemente nas regiões onde estão concentrados os locais de produção de suínos, decorrente do grande volume de dejetos dessa atividade (ZANELLA, 2012).

O conceito de Condomínios de Agroenergia não está suficientemente desenvolvido no Brasil e ainda não há um entendimento comum sobre o que significa realmente um Condomínio de Agroenergia. Nesta vertente, um papel fundamental vem sendo exercido pela Itaipu Binacional/Coordenadoria de Energias Renováveis. O avanço nas pesquisas sobre a utilização do biogás como fonte de energia motivou a criação do Centro de Estudos do Biogás, no Parque Tecnológico Itaipu (PTI), no Paraná.

Um dos objetivos do centro é o de ser fonte de informação e referencial de dados técnico-científicos sobre toda a cadeia de suprimento do biogás. A instituição tem se dedicado no estudo e demonstração da viabilidade técnica e econômica da geração de energia elétrica através do biogás e saneamento ambiental em várias escalas de produção,

implantando através de sua Coordenadoria de Energias Renováveis um laboratório a céu aberto na região Oeste do Paraná/PR. Unidades protótipos foram projetadas e estão sendo construídas na região, permitindo desenvolver estudos na temática do biogás, gerados pelos resíduos e efluentes orgânicos, como estudo de viabilidade econômica de geração distribuída ou descentralizada de energia elétrica, térmica e veicular e ainda estudos sobre MDL para obtenção de créditos de carbono. (BLEY JUNIOR et al. 2009; SILVA, 2011; SUP, 2012).

O nível de informação sobre este conceito e as ferramentas, formas de criação, etc, tem avançado, porém ainda não é satisfatória, nem completa (BLEY JUNIOR et al. 2009). O presente estudo vem corroborar e dar uma contribuição para as propriedades rurais, que apresentam uma geração de biogás em escala inviável economicamente, como acontece com a agricultura familiar, em assentamentos e mesmo para integrações cooperativadas.

Neste contexto, cerca de dois terços da energia renovável na Europa é derivado de biomassa (FISCHER et al. 2008; FISCHER et al. 2010). No meio rural, este conceito de condomínios de agroenergia ganha espaço em países europeus. A Alemanha incentiva oficialmente e o está desenvolvendo como prioridade. Seguem de perto iniciativas na Espanha. Em alguns países, os proprietários rurais encontraram uma saída para o tema em questão associando-se, disponibilizando suas propriedades, partilhando seus espaços mais do que qualquer sistema produtivo, para neles formar parques rurais de energia (BLEY JUNIOR, 2009).

Países europeus visualizam esta forma de cooperação como um meio original de organizar esta atividade que pode satisfazer uma série de objetivos associados ao desenvolvimento rural (competitividade das zonas rurais, a renda dos agricultores, a preservação dos recursos naturais, redução da mudança climática e a coesão social) (RURALE.EVOLUTION, 2012).

Nesta linha de pensamento, e justificando os estudos em condomínios de agroenergia na Espanha, no ano de 2002 foi criado o CVR – Centro para a Valorização de Resíduos, que presta serviços de investigação, análise científica e aplicação de soluções reais na área da valorização de resíduos. O CVR está sediado na Universidade do Minho e coordena um projeto em âmbito europeu, com a produção de biogás como meio para a diversificação dos recursos energéticos nos setores da agricultura, produção animal e agroindústria. O projeto AGROGAS (<http://www.agrogas.eu>) reúne seis sócios espanhóis, franceses e portugueses, e tem como objetivo possibilitar aos setores agrícolas, agroindustrial e de criação de animais, reduzirem o impacto ambiental

causado pelos resíduos que produzem, melhorando ao mesmo tempo a eficiência dos recursos energéticos das zonas rurais, com vista a diminuir a sua dependência energética (CVR, 2013).

Além deste, existe no contexto europeu, o projeto *Rurale.Evolution*, que foi financiado pelo programa IEE (*Intelligent Energy Europe*), tendo como principal objetivo desenvolver uma metodologia eficaz para a criação de modelos de criação de Condomínios de agroenergia (ALVES, 2007; RURALE.EVOLUTION, 2012).

Na Alemanha, após a crise do petróleo na década de 70, foram lançados vários projetos para o desenvolvimento de energias alternativas, entre as quais são consideradas como prioridade a produção de energia a partir dos dejetos agropecuários. Através de programas de desenvolvimento foram construídas, desde plantas individuais, como também grandes instalações centralizadas que tratam os resíduos das propriedades rurais (MAENG; LUND; HVELPLUND, 1999; RAVEN; GREGERSEN, 2007; LUND; MATHIESEN, 2009).

A partir do contexto apresentado, destaca-se a escolha dos países da Alemanha e Espanha como proposta dos estudos de caso presentes neste trabalho. O presente trabalho tem sua centralidade orientada pelo atual quadro de retorno do interesse no desenvolvimento tecnológico e ampliação de uso das fontes renováveis de energia no Brasil.

Desse modo, justifica-se não somente a realização do trabalho, mas também as contribuições que o estudo pode trazer à formação de políticas energéticas do Estado brasileiro, possíveis de realizar-se a partir do seu aprofundamento através de novos estudos a serem conduzidos pelo autor ou outras pesquisas correlatas.

1.3 INEDITISMO, RELEVÂNCIA E CONTRIBUIÇÕES

O contexto da originalidade, relevância e contribuições do presente estudo pode ser visto a partir de algumas vertentes de avaliação:

- a) O foco da pesquisa estar direcionada a agricultura em pequena escala, visando buscar soluções para o desenvolvimento sustentável, pela pesquisa e análise de condomínios de agroenergia de diferentes países, sendo estes países desenvolvidos com longa experiência na temática e em países em desenvolvimento.
- b) A relevância em abordar os dejetos animais não como um problema ambiental de difícil solução, mas com o enfoque de matéria prima, a biomassa residual animal, obtido sem custos diretos e sem a necessidade de investimentos específicos para

sua produção, por ser um subproduto da exploração agropecuária. A opção pela matéria prima biomassa residual pode propiciar o desenvolvimento de alternativas ambiental e economicamente sustentáveis com oportunidades de negócio e renda para as propriedades rurais, quer de forma individualizada, quer de forma coletiva com a associação de diversos imóveis rurais vizinhos entre si, em condomínios de geração e comercialização de agroenergias.

- c) Também por abordar uma nova perspectiva para o homem do campo se convertendo em “Energicultores”. Demonstrando a possibilidade de utilização de biodigestores para o aproveitamento dos resíduos agrícolas para gerar biogás e com a possibilidade de valoração econômica do passivo ambiental, uma vez que com o biogás podem utilizá-lo como combustível para alimentar um gerador para geração eletricidade, alimentar rede de gás natural, secagem de grãos, adicionalmente, o biofertilizante para fertilização do solo.
- d) O trabalho demonstra que a teoria da competitividade sistêmica pode ser utilizada para analisar a competitividade de pequenos arranjos produtivos desta natureza, em redes de porte menor. Há a tendência do estudo de grandes aglomerados produtivos, clusters.

A partir destas vertentes aponta-se o caráter original da pesquisa, na medida em que a análise do conteúdo relacionado ao tema central desta tese, a concepção de condomínios de agroenergia, cooperação em projetos de pequena escala em energia renovável com biogás na suinocultura e sua relação com a competitividade, ainda é pouco discutido em teoria.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho além desta parte introdutória é composto por mais 5 capítulos, distribuídos da seguinte maneira:

O capítulo 2 contém uma revisão da literatura sobre temas relacionados ao Panorama da Suinocultura Mundial e Brasileira, demonstrando o setor em que a pesquisa está inserida. Discute-se também sobre a temática da Energia Renovável, dando-se ênfase à forma de tecnificação do tratamento dos dejetos suínos (foco da tese) para a obtenção do biogás e biofertilizante. Apresenta-se conceitos sobre Redes de Empresas e suas contribuições para o desenvolvimento das organizações envolvidas, modelos de análise de competitividade com o

intuito de promover desenvolvimento local aprofundando-se na literatura sobre o tema de Redes de empresas em Agroenergia.

No capítulo 3 apresenta-se os procedimentos utilizados para operacionalizar a investigação proposta, ou seja, a metodologia da pesquisa. São apontadas as principais características da pesquisa, suas categorias de análise e sua operacionalização.

No capítulo 4 apresenta-se a descrição dos três estudos de casos estudados nesta pesquisa. Aqui, tem-se a caracterização dos locais selecionados. Ressalta-se os acertos, dificuldades, sensibilização a cooperação, integração dos vários atores envolvidos, entre outros – e avanços nos processos intrínsecos a cada projeto bem como os resultados gerados em termos de geração de renda e qualidade de vida para os agricultores.

No capítulo 5 discute-se os resultados apresentados no capítulo anterior e analisa-se a competitividade da concepção destes condomínios de agroenergia à luz do conceito de competitividade sistêmica na visão de atores envolvidos em cada projeto. Também, é apresentada metodologia para a criação de condomínios de agroenergia para aplicação em regiões de alta concentração de produção de suínos e sua validação.

Uma síntese da pesquisa de campo evidenciando o alcance dos objetivos propostos, as conclusões e recomendações para trabalhos futuros são apresentadas no Capítulo 6.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O capítulo 2 apresenta a Fundamentação Teórica no qual o presente trabalho está alicerçado. Nesta etapa é apresentado um Panorama da Suinocultura Mundial e Brasileira, demonstrando o setor em que a pesquisa esta inserida, bem como sua importância e representatividade. Também, há uma breve contextualização sobre Energia Renovável no meio rural, dando-se ênfase a forma de tecnificação do tratamento dos dejetos suínos (foco da tese) para a obtenção do biogás e biofertilizante através da tecnologia dos biodigestores. Em seguida, apresentam-se conceitos sobre Redes de Empresas e suas contribuições para o desenvolvimento das organizações envolvidas, modelos para análise da competitividade que serviram de base para as análises dos estudos de casos realizados. Para finalizar o capítulo aprofunda-se na literatura sobre a temática Rede de Empresas em Agroenergia, conceitos, o estado da arte.

2.1 PANORAMA DA SUINOCULTURA MUNDIAL E BRASILEIRA

A carne suína é mundialmente uma das principais fontes de proteína de origem animal, representando cerca de 40% do total de carnes produzidas no mundo (ACCS, 2011). Conforme projeções da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), no período de 2012 a 2030 o mundo terá de aumentar a produção de carne *per capita* em 20%.

Segundo a USDA - Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (2013) a produção mundial de carne suína no ano de 2013 foi de 107.413 milhões de toneladas, sendo a China a maior produtora, contabilizando 53.800 milhões de toneladas, representando 49% da produção mundial, seguida pela União Europeia (22%), Estados Unidos (10%). O Brasil ocupa a quarta posição representando 3,1% da produção e demais Países (15,7%). Na tabela 1, visualizam-se os principais países produtores de carne suína.

Tabela 1: Principais países produtores de carne suína

Carne Suína no Mundo			
(Produção em mil Toneladas)			
	2011	2012	2013
Total Mundial	102.015	105.519	107.413
China	49.500	52.350	53.800
EU	22.866	22.630	22.550
EUA	10.331	10.554	10.669
Brasil	3.227	3.330	3.370
Rússia	2.000	2.075	2.150

Fonte: USDA (2012); ABIPECS (2013).

Em nível de exportação de carne suína, os Estados Unidos lideram, com cerca de 2,24 milhões de toneladas exportadas, seguidos pela União Europeia com cerca de 2 milhões de toneladas, em terceira posição o Canadá com aproximadamente 1,16 milhão de toneladas (ABIPECS, 2013).

O Brasil no cenário mundial de exportação de carne suína, também se encontra na quarta colocação (ver Tabela 2), apesar de que nos anos recentes, a sua competitividade esteve comprometida, pelas mudanças de procedimentos de alguns mercados. Por outro lado, o fortalecimento do mercado interno tornou as vendas domésticas mais atrativas do que exportar (ABIPECS, 2011; USDA, 2012; CEPA, 2014). Dados mostram que nos últimos 5 anos a produção de carne suína teve um crescimento de 23% e houve um incremento de 13% no volume de exportações brasileiras (CEPA, 2014).

Tabela 2: Principais países exportadores de carne suína

País	Exportação (mil t/ano)	
	2013	2014
Estados Unidos	2.264	2.200
União Européia -27	2.232	2000
Canadá	1.246	1.265
Brasil	585	675
China	244	275

Fonte: USDA, CEPA (2013-2014)

O mercado internacional de carne suína movimentou US\$ 11,9 bilhões e 5,4 milhões de toneladas e concentra-se em cinco principais importadores, com aproximadamente dois terços das importações mundiais (Japão, Federação Russa, México, Coreia do Sul e Hong Kong)

e cinco exportadores com 96% das exportações mundiais, conforme exposto acima (MIELE et al. 2010).

Os principais destinos das exportações brasileiras de carne suína foram para os seguintes países:

Tabela 3: Destino das exportações brasileiras de carne suína

Países	Toneladas	Participação (%) Total Brasil	Crescimento (%) Anual
Ucrânia	138.666	23,85	124,7
Rússia	127.070	21,85	0,5
Hong Kong	124.701	21,45	-3,88
Angola	45.534	7,83	20,65
Cingapura	28.171	4,84	Nd
Argentina	23.386	4,02	-44,36

Fonte: Abipecs (2013)

Além desses países que são os principais importadores, também se destacam como compradores a Coreia do Sul e Japão, onde o Brasil vem ganhando destaque e se habituando com as exigências desses países na questão da qualidade (EPAGRI 2013-2014).

A agropecuária brasileira vem ocupando posição de destaque no cenário mundial, com produtos de excelente qualidade e competitividade, em especial ao relacionado com segmento de carnes. As atividades relacionadas à suinocultura ocupam lugar de destaque na matriz produtiva do agronegócio brasileiro, destacando-a como uma atividade de importância no âmbito econômico e social, contribuindo aproximadamente com 1% do PIB, uma vez que, por ser predominantemente desenvolvida em pequenas propriedades rurais em que a mão-de-obra familiar é totalmente empregada e em áreas com limitações topográficas para o desenvolvimento de lavouras extensivas (MEDRI, 1997; ROPPA, 2002; MIELLE, 2006).

De acordo com a ABIPECS (2013) o setor industrial da carne suína vem se qualificando como um dos grandes responsáveis pela sustentação do desenvolvimento econômico e social de muitos municípios brasileiros, gerando empregos no campo, nas indústrias, no comércio e nos serviços. Estima-se que entre os anos de 2014 e 2015, 605 mil empregos serão gerados pelo setor.

O crescente desenvolvimento da atividade Suinícola (veja figura 2), é devido a mudanças estruturais com aumento de escala, aliada a tecnificação da produção, especialização e a tendências de integração com

a base industrial de abate e processamento (MIELE; WAQUIL, 2007), que influenciou o crescimento do rebanho e aumento da produtividade, desempenho este, atrelado aos avanços tecnológicos e organizacionais das últimas décadas.

Figura 2: Produção em mil toneladas/suínos e milhões de cabeças



Fonte: USDA, FAO, ABIPECS (2014-2015)

No panorama brasileiro, essa atividade ocorre em grande variedade de formas organizacionais, uma vez que vão desde pequenos produtores independentes, com fornecimento caseiro e consumo local, até infraestruturas agrícolas com integração vertical, que vendem em bases nacionais e internacionais.

A cadeia produtiva de carne suína no Brasil apresenta um dos melhores desempenhos econômicos no cenário internacional, com um aumento expressivo nos volumes e valores produzidos e exportados. Ao longo desse desenvolvimento houve movimentos cíclicos de expansão e retração nos volumes e na lucratividade, sobretudo no elo de produção de suínos, com destaque para a crise verificada no período entre 2002 e 2003 e a recente crise no ano de 2012. Nesse sentido, os diversos agentes que compõem a cadeia produtiva têm discutido a necessidade de implementar mecanismos de coordenação para adequar os volumes ofertados à demanda interna e externa (MIELE; MACHADO, 2005).

O plantel brasileiro é de aproximadamente de 39 milhões de cabeças, presente em todas as regiões brasileiras, sendo que a maior concentração de animais está na região Sul (34,21%), seguido da região Nordeste (23,03%), Sudeste (18,95%), Centro-Oeste (16,18%) e Norte (7,63%) (ABIPECS, 2012). Na tabela 4, observa-se a produção Brasileira

de Carne Suína (Mil Toneladas) pelos Estados mais representativos de produção.

Tabela 4: Produção de carne suína (mil toneladas)/estado

Produção Brasileira de Carne Suína (Mil Toneladas)				
Estado	2011	2012	2013	
SC	782,1	805,5	790,3	
RS	602	620,4	607,9	
PR	529,7	529,7	524,5	
MG	428	455,2	467,8	
MT	187	214,7	207,1	
GO	156,5	161,4	164,1	
SP	155,7	151,3	149,8	
MS	102,3	109,1	113,1	
Outros Estados	176,5	185,7	184,1	
Total Industrial	3119,8	3233	3.209	
Subsistência	278	250	220	
Brasil	3397,8	3483	3428	

Fonte: ABIPECS, SIPS, Sindicatos SC e PR, Embrapa

A suinocultura é uma atividade extremamente competitiva e exige dos que a ela se dedicam constantes aperfeiçoamentos tecnológicos, que possibilitem o incremento da produtividade e rentabilidade (EMBRAPA, 1995). A atividade tem apresentado um significativo crescimento e produtividade, havendo a concentração do lançamento dos resíduos em determinadas regiões, o que traz grande preocupação quanto à degradação ambiental e os consequentes prejuízos à qualidade de vida das pessoas (SEIXAS; MARCHETTI, 1981; TSAI et al. 2004; ARVANITTOYANNIS; LADAS, 2008; WAGNER et al. 2009).

2.2 ENERGIA RENOVÁVEL E OS RESÍDUOS RURAIS

Para fins de conceito, energia renovável é uma expressão usada para descrever uma ampla gama de fontes de energia que são disponibilizadas na natureza de forma cíclica. As fontes renováveis podem ser utilizadas para gerar calor, para gerar eletricidade ou para produzir combustíveis líquidos para o setor de transportes (COSTA; PRATES, 2005).

A Energia renovável é aquela originária de fontes naturais que possuem a capacidade de renovação, ou seja, não se esgotam. As energias renováveis são obtidas através de fluxos repetitivos (contínuos) de energia que ocorrem no ambiente natural. Dentre os principais representantes das energias renováveis encontram-se a energia de biomassa, obtida a partir de matéria animal ou vegetal, ou a produzida a partir dos resíduos orgânicos e do lixo, a energia eólica, obtida a partir do vento, a energia hidrelétrica, produzida a partir da força da água, energia solar, obtida diretamente do sol e energia geotérmica, ou seja, aquela proveniente do calor interno da terra (IPCC, 2011).

Os combustíveis fósseis (carvão, petróleo, gás natural) não estão abrangidos por esta definição, uma vez que eles não são reabastecidos em um mesmo período de tempo em relação a sua taxa de utilização. As fontes de energia renováveis são caracterizadas por não se estabelecer um limite de tempo para a sua utilização. Neste sentido, as energias renováveis são um instrumento essencial e de grande importância, tanto na visão de diminuir a dependência das energias não renováveis como os combustíveis fósseis, quanto por serem consideradas energias limpas e, portanto, não emissoras de gases de efeito estufa, que provocam as alterações climáticas (IPCC, 2011).

O modelo energético atual está em grande parte centrado no consumo dos combustíveis fósseis, que estão atrelados a dois problemas: o primeiro, de ordem ambiental, uma vez que contribuem para o aumento da emissão dos gases de efeito estufa, o segundo, pelo fato dos recursos energéticos fósseis serem finitos, ou seja, esgotáveis (SCHMIDT, 2007).

A possibilidade de limitar o aquecimento global está estritamente relacionada à redução das emissões de GEE. A energia renovável permite a redução das emissões e contribui para minimizar o esgotamento dos combustíveis fósseis, ou seja, as fontes de energia renováveis são uma alternativa ou complemento as convencionais. No ano de 2011 foi publicado relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel of Change Climate*) - IPCC, denominado Relatório Especial de Energias Renováveis (*Special Report on Renewable Energy Sources*) - SREEN. De acordo com o relatório, há um grande potencial de energia que pode ser obtido de fontes renováveis, e que terá um papel muito importante e crescente na mitigação das emissões de gases causadores da mudança climática (IPCC, 2011).

O relatório aponta que no ano 2008, a produção total de energias renováveis no mundo era de 12,9% do total da energia consumida no planeta. O cenário mais otimista analisado pelo IPCC estima que em 2050

as fontes renováveis possam fornecer 77% das necessidades globais de energia (IPCC, 2011).

O debate contínuo, sobre os impactos causados pela dependência de combustíveis fósseis, contribui decisivamente para o interesse mundial por soluções sustentáveis por meio de geração de energia oriunda de fontes limpas e renováveis, e ambientalmente corretas (BERMANN, 2008). As tecnologias a base de fontes renováveis são atrativas não só devido às vantagens ambientais, mas também sociais. A possibilidade de criação de fontes de suprimento descentralizadas e em pequena escala é fundamental para o desenvolvimento sustentável, tanto em países desenvolvidos como em países em desenvolvimento (SOUZA et al. 2004)

Neste contexto, ao longo dos anos, a atenção para a quantificação do impacto ambiental provenientes de sistemas de produção agrícola aumentou consideravelmente, principalmente os resíduos rurais. A contribuição da agricultura para o gás de efeito estufa (GEE) é inegável (IPCC, 2007 *apud* BACENETTI et al. 2013).

Os resíduos rurais incluem todos os tipos gerados pelas atividades produtivas nas zonas rurais, qual seja: os resíduos agrícolas, florestais e pecuários. Os resíduos da pecuária são constituídos por esterco e outros produtos resultantes da atividade biológica do gado bovino, suíno, caprino e outros, cuja relevância local justifica seu aproveitamento energético (SOUZA et al. 2004).

No Brasil, o modelo tradicional de expansão do setor elétrico perdeu fôlego, permitindo, por consequência, a pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias que contribuíssem para uma nova ordenação institucional e quebra do paradigma tecnológico vigente (BICALHO, 1997).

Neste sentido, o desenvolvimento das denominadas tecnologias alternativas é reflexo direto das novas orientações institucionais e superação do paradigma tecnológico baseado na crescente ampliação da capacidade instalada por plantas geradoras. Portanto, há um estímulo no sentido de promover o debate acerca da geração distribuída, considerando o aproveitamento dos potenciais energéticos de cada região e sua contribuição ao denominado desenvolvimento sustentável. Após os apagões de 2009 a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) reformulou o PRODIST (Procedimentos de Distribuição), publicou o Decreto de Lei 5163/04 que instituiu a Geração Distribuída no Brasil e a Instrução Normativa 390/09 que se refere exclusivamente a GD (Geração Distribuída) com biogás e saneamento ambiental (MME, 2012; BLEY, 2009).

2.3 APROVEITAMENTO DOS DEJETOS SUÍNOS

O termo dejetos é utilizado coletivamente para incluir as fezes e urinas (ou seja, os excrementos sólidos e líquidos) produzidas pelos animais. A crescente demanda por produtos de origem animal, aliado a técnicas avançadas de produção, especialmente nos países em desenvolvimento, tem provocado um considerável aumento no número de animais confinados. Arelado a tal prática, muitas vezes, acaba provocando um desequilíbrio entre o número de animais e a capacidade-suporte do ecossistema (DELGADO et al. 1999; TURNER, 1999, MIRANDA, 2005; KUNZ, HIGARASHI et al. 2005).

A produção intensiva de animais constitui-se no núcleo da agricultura moderna, sistema que se justifica sob o pretexto de aumento da produção e redução dos custos. A produção intensiva de suínos tem como principal característica a concentração de animais por área. É constatado por diversos estudos, que prática deste sistema de produção, tem como consequência, uma generalizada poluição hídrica (alta carga orgânica e presença de coliformes fecais) proveniente dos dejetos, que tem causado sérios problemas ambientais, como a destruição dos recursos naturais renováveis, especialmente água (BELLI FILHO; CASTILHOS JR et al. 2001; MIRANDA, 2005; KUNZ; HIGARASHI et al. 2005; VIVAN; KUNZ et al. 2010).

A suinocultura é reconhecida como atividade de grande potencial poluidor, em razão de gerar efluentes geralmente na forma líquida, com elevada carga de matéria orgânica, nutrientes e metais pesados (Ver Quadro 01). Além disso, a produção intensiva de suínos é uma importante fonte de emissão de dióxido de carbono, metano, óxido nitroso e amônia, elementos que estão associados de forma diversa com o aquecimento global, a diminuição da camada de ozônio e a chuva ácida. Desta forma, os impactos gerados são o resultado da escala da atividade, da tecnologia e do sistema de manejo adotado e, mais significativamente, da concentração de atividades que ocorre num determinado agro ecossistema (MIRANDA, 2005; KUNZ; MIELE; STEINMETZ, 2009).

Quadro 1: Impactos ambientais causados pela atividade da suinocultura sobre os recursos naturais

Recursos	Atividades	Impactos resultantes
Solo	Manejo inadequado de dejetos	Níveis tóxicos de nutrientes no solo
	Manejo inadequado das rações e dos dejetos	Poluição do solo com metais pesados (Cu, Zn, Cd)
	Emissão de Amônia	Destruição de vegetação por chuva ácida
Água	Manejo inadequado de dejetos	Poluição da Água superficial e subterrânea
	Aumento no uso das fontes de água	Redução do Recurso Água
Ar	Aumento na emissão de gás responsável pelo efeito estufa	Aquecimento Global; emissão de Dióxido de Carbono, metano e óxido nitroso.
Biodiversidade	Perda de raças nativas	Redução da diversidade genética
	Redução das resistências às doenças	Aumento da suscetibilidade às doenças

Fonte: De Haan e Blackburn (2003) adaptado por Miranda (2005).

Os dejetos produzidos na suinocultura geralmente são utilizados como fertilizante em áreas cultiváveis (agrícolas), sendo esta a principal alternativa de descarte. Este tipo de prática permite a reciclagem dos nutrientes dentro da própria unidade de produção. Em contrapartida, existe uma alta concentração de animais devido ao sistema intensivo de confinamento destes, a preocupação do impacto dos resíduos sobre o ambiente cresce em importância, porque além da limitação de área, sua distribuição em áreas mais distantes das unidades de produção não é economicamente viável. Além disso, a topografia acidentada inviabiliza a aplicação de dejetos em partes da propriedade de difícil acesso, o que tem levado produtores a utilizarem sempre as mesmas áreas como locais de descarte (SEGANFREDO; GIROTTO, 2004; KONZEN, 2005).

Com a redução da margem de lucro em qualquer setor produtivo, o objetivo é buscar o mínimo de perda de qualquer entrada e a máxima eficiência de todo o processo. Neste sentido, as propriedades rurais devem ver os seus resíduos como matérias-primas, incentivando a pesquisa e a busca de alternativas para o desenvolvimento sustentável de seus processos (OLIVEIRA; LEONETI et al. 2011).

Ao longo dos anos, a atenção para a quantificação dos impactos ambientais provenientes de sistemas de produção agrícola aumentou

consideravelmente. A contribuição da agricultura para o gás de efeito estufa (GEE) é inegável. As atividades agrícolas são responsáveis por 405 Mt de equivalente CO₂ por ano (corresponderia a 10% do total das emissões de GEE da Europa) (IPCC, 2007; BACENETTI, NEGRI et al. 2013).

A utilização de recursos energéticos renováveis tornou-se uma estratégia global de produção e utilização sustentável da energia. Neste contexto, o incentivo e a oportunidade da geração de energia a partir do biogás é um ponto chave no aumento de energia renovável em todo o mundo, e fator de competitividade especialmente em áreas rurais, onde outras fontes de energia renováveis são escassas ou inacessíveis (CHEN; CHEN, 2012).

2.3.1 Biodigestores

Na atividade da Suinocultura, as estratégias de tratamento de dejetos são baseadas em diversos tipos de processos físicos, químicos e biológicos que são capazes de reduzir o potencial de poluição do chorume e convertê-los em subprodutos utilizáveis incluindo biogás (calor e eletricidade), fertilizantes orgânicos e a possibilidade de obtenção de créditos de carbono, as chamadas Reduções Certificadas de Emissões – RCEs (BURTON; TURNER, 2003; KUNZ; ENCARNAÇÃO, 2007; VANOTTI et al. 2008).

A digestão anaeróbia de dejetos animais é uma maneira promissora de tecnificação do tratamento desses efluentes e possível de reduzir as emissões de GEE (BACENETTI, NEGRI et al., 2013). O processo de digestão anaeróbica pode ocorrer em biodigestores. Este é um equipamento muito utilizado para o tratamento de dejetos líquidos dos suínos, formado por um tanque revestido com pedra, alvenaria ou geomembrana de PVC e coberto com uma lona que possibilite a sua expansão para armazenar gases. No processo de digestão anaeróbica, a biomassa úmida é alimentada a um tanque de digestão fechado, chamado de biodigestor ou reator, onde ocorrem as reações anaeróbicas (DALMAZO; BAZI; OLIVEIRA; 2009).

O biodigestor é um equipamento no qual a fermentação da matéria orgânica ocorre de modo controlado, proporcionando a redução do impacto ambiental e a geração de combustível de baixo custo. A fermentação dos resíduos ocorre através da ação de organismos microscópicos chamados bactérias. O processo de decomposição da matéria orgânica resulta na produção de biogás e restos digeridos sem cheiro (biofertilizante) (DIESEL; MIRANDA; PERDOMO, 2002).

Para Barrera (1993, p.11), “o biodigestor, como toda grande ideia, é genial por sua simplicidade”. Os dejetos produzidos são enviados para dentro do biodigestor. Neste estágio, o dejetos encontrará uma grande quantidade de micro-organismos que irão processar a matéria orgânica (fermentar) presente nos resíduos orgânicos. Existem nos biodigestores dois grupos de microorganismos que, em conjunto, fazem à fermentação do dejetos: O primeiro grupo consome a matéria orgânica e a transforma em partículas menores, e o segundo grupo transforma estas partículas menores em biogás. (PERDOMO, 2002)

Para que ocorra a fermentação da matéria orgânica, essas bactérias precisam de um ambiente favorável para seu crescimento e desenvolvimento: ausência de compostos químicos tóxicos (sabão, detergente); temperatura adequada (entre 30 e 45°C); presença de matéria orgânica (dejetos); ausência de ar. Assim, se houver alguma interferência desses indicadores, esta poderá ocasionar uma redução na produção de biogás (SEIXAS; MARCHETTI, 1981).

A digestão anaeróbia realizada em biodigestores vem sendo muito utilizada para o tratamento de resíduos. O teor orgânico do resíduo é diminuído com a produção simultânea de energia. As grandes usinas de biogás utilizam tanto o esterco bovino quanto o esterco de suínos, e este último só tende a ser uma fonte promissora devido à abundância deste tipo de resíduo em comparação com os demais. Através de demonstrações, pode-se perceber que a digestão de esterco suíno como único substrato é um processo bem sucedido, devido principalmente ao elevado teor de amoníaco nestes resíduos (HANSEN; ANGELIDAKI; AHRING, 1998).

Os dejetos de suínos, embora considerados um fertilizante rico em nutrientes, a tempos se tornou um empecilho para a indústria de carne suína. Por outro lado, o esterco suíno é uma fonte abundante de biomassa, que tem o potencial de ser convertida em energia renovável através de processos biológicos e/ou químicos (HE et al. 2001).

Agonese et al. citado por Oliveira et al. (2011) realizaram uma avaliação da eficiência energética de um sistema de produção de suínos com tratamento dos resíduos em um biodigestor, onde constata-se as possibilidades para maximizar o potencial energético dos resíduos de suínos, com redução dos impactos ambientais causados por resíduos que possuem um valor energético de cerca de 30% da saída do sistema de energia total, uma vez que a sua utilização pode minimizar a importação de energia para todo o sistema.

A biodigestão transforma as características do afluente que recebe para liberar um efluente com: redução do potencial poluidor entre 70% e

80% da carga orgânica – em DBO (demanda biológica de oxigênio), ou DQO (demanda química de oxigênio); redução do potencial de contaminação infectocontagiosa em mais de 90% (quando acoplado a lagoas de estabilização); produção de efluente final estabilizado, apresentando baixa relação carbono/ nitrogênio, indicando material praticamente inerte e PH entre 6,5 a 7,5, com ausência de cheiro e sem atração de moscas (VIVAN, KUNZ et al. 2010).

O tratamento de dejetos suínos por digestão anaeróbica (biodigestor), segundo Sanchez et al. (2005) possui muitas vantagens, tais como: capacidade de estabilizar grandes volumes de dejetos orgânicos diluídos a um baixo custo, produção de baixa biomassa e, conseqüentemente, menor volume de dejetos e menor custo, destruição de organismos patogênicos e parasitas, além do metano que pode ser usado como fonte de energia. O biodigestor representa um recurso eficiente para tratar os excrementos e melhorar a higiene e o padrão sanitário do meio rural.

2.3.2 Modelos de biodigestores para produção de biogás

Dentre os biodigestores mais conhecidos no Brasil destacam-se três modelos: indiano, chinês e lagoa anaeróbica coberta.

O biodigestor indiano (Figura 3) tem sua cúpula geralmente feita de ferro ou fibra. Nesse tipo de biodigestor, o processo de fermentação acontece mais rápido, pois aproveita a temperatura do solo que é pouco variável, favorecendo a ação das bactérias. Ocupa ainda pouco espaço e a construção, por ser subterrânea, dispensa o uso de reforços, tais como cintas de concreto.

De acordo com Sganzerla (1983), quando construído esse modelo se apresenta no formato de um poço, que é o local onde ocorre a digestão da biomassa, coberto por uma tampa cônica, isto é, pela campânula flutuante que controla a pressão do gás metano e permite a regulação da emissão do mesmo.

Ainda o mesmo autor salienta que uma das vantagens do modelo indiano é a sua campânula flutuante, que permite manter a pressão de escape de biogás estável, não sendo necessário regular constantemente os aparelhos que utilizam o metano. Por outro lado, há uma desvantagem, razoavelmente significativa, que é o preço da construção da campânula, normalmente moldada em ferro.

Figura 3: Modelo indiano de biodigestor

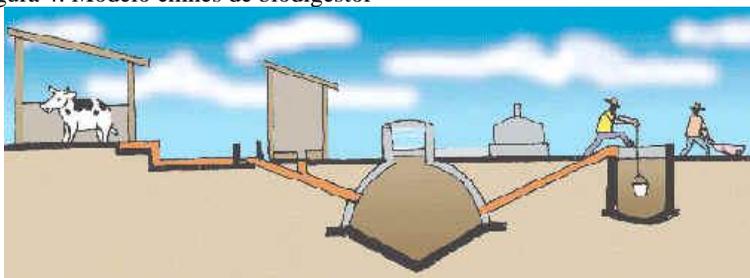


Fonte: Arquivo do Autor

Já o biodigestor modelo Chinês (Figura 4) é um modelo de peça única, construído em alvenaria e enterrado no solo, para ocupar menos espaço. Este modelo possui um custo menor em relação aos outros, pois sua cúpula é feita em alvenaria.

O modelo chinês é mais rústico, funcionando, normalmente, com maior pressão, a qual varia em função da produção e consumo do biogás; não há possibilidade de contar com uma câmara de regulagem, a qual lhe permitiria trabalhar com baixa pressão.

Figura 4: Modelo chinês de biodigestor



Fonte: Eco-Village (2010)

Outro modelo de equipamento atualmente muito difundido é o biodigestor modelo lagoa anaeróbica coberta (Figura 5). É um modelo tipo horizontal, apresentando uma caixa de carga em alvenaria e com a largura maior que a profundidade, possuindo, portanto, uma área maior de exposição ao sol, o que possibilita uma grande produção de biogás, evitando-se o entupimento (EMBRAPA, 1995). Durante a produção de

gás, a cúpula do biodigestor infla porque é feita de material plástico maleável (PVC), podendo ser retirada.

Figura 5: Modelo de biodigestor lagoa anaeróbica coberta



Fonte: Arquivo do Autor

O maior empecilho deste equipamento é o alto custo da cúpula. Para um condomínio de agroenergia, há quatro escolhas possíveis para o destino da energia produzida: energia para autoconsumo; venda de calor; venda de eletricidade; venda de calor e eletricidade. Na literatura existente, para a criação de condomínios de Agroenergia, existem formas distintas para a formulação dos mesmos. Para um melhor entendimento, primeiramente tratar-se-á da forma de concepção dos complexos de biogás na agricultura.

As unidades de produção de biogás na agricultura são consideradas as plantas de produção que processam matérias-primas de origem agrícola. Os tipos de matérias-primas mais comuns para este tipo de plantas de produção do biogás são dejetos animal, resíduos vegetais, culturas energéticas, entre outros resíduos.

De acordo com Al Seadi (2008) a forma e a tecnologia das plantas de biogás diferem de acordo com determinadas características, dependendo das condições climáticas e de quadros nacionais (legislação e políticas de energia), a disponibilidade de energia e acessibilidade. Com base na sua dimensão relativa, função e localização, as plantas agrícolas podem ser classificadas como:

- Plantas de Pequena Escala de Biogás para consumo familiar.
- Plantas de Pequena, média, grande escala em nível de propriedade rural/fazenda.
- Plantas Centralizadas / Usinas de Biogás (Média e grande escala)

As plantas de pequena escala, de consumo familiar, as matérias-primas utilizadas nestas unidades de biogás originam da família e / ou de

pequena atividade agrícola. O biogás produzido é utilizado para cozinhar. Os biodigestores são simples, baratos, robustos, fácil de operar e manter. Verifica-se com frequência em países como o Nepal, China ou Índia, que operam milhões de unidades deste tipo de produção de biogás, utilizando tecnologias muito simples (AL SEADI et al. 2008).

As Plantas de Pequena, média, grande escala em nível de propriedade rural/fazenda, a matéria prima utilizada para a obtenção do biogás é oriunda da atividade da propriedade (produção de animais, etc). Neste tipo de planta de produção é possível que a mesma receba a matéria-prima de uma ou mais propriedades vizinhas (por exemplo, por meio de dutos). Existem muitos tipos e conceitos deste modelo em todo o mundo. Na Europa, países como a Alemanha, Áustria e Dinamarca estão entre os pioneiros (AL SEADI et al. 2008).

O interesse dos agricultores neste tipo de modelo vem crescendo, não só porque a produção de biogás transforma os passivos ambientais (por exemplo, dejetos) em valiosos recursos (produz fertilizante de qualidade), mas também porque cria novas oportunidades de negócios para os agricultores envolvidos e lhes dá um novo status, como prestadores de serviços em energia renovável. O biogás produzido é usado na geração de eletricidade e para a produção de calor. Geralmente, uma pequena parte calor e eletricidade produzida são usadas para operar a usina de biogás e necessidades internas do agricultor, enquanto o excedente é vendido para empresas de energia. O fertilizante é utilizado como adubo na fazenda e o excedente é vendido para fazendas/propriedades vizinhas. Esta escala de produção de biogás há vários tamanhos, modelos e tecnologias. Alguns são muito pequenos e tecnologicamente simples, enquanto outros são grandes e complexos (AL SEADI et al. 2008).

Já as plantas centralizadas representam um conceito baseado na digestão da matéria-prima, coletadas de várias propriedades/fazendas, e levadas para uma unidade de produção de biogás localizado centralmente na área coleta. A localização central da unidade de biogás tem como objetivo reduzir os custos, tempo e mão de obra para o transporte da biomassa para e da unidade de biogás (AL SEADI et al. 2008).

2.3.3 Biogás

A digestão anaeróbica é um processo de tratamento de materiais orgânicos que se desenvolve na ausência de oxigênio e, simultaneamente, uma opção energética, com reconhecida vantagem ambiental. Um dos benefícios do processo, que logo contribuiu para um crescente interesse

por esta tecnologia, reside na conversão da maior parte da carga poluente do efluente em uma fonte de energia: o biogás. O biogás é um combustível gasoso gerado a partir da conversão de biomassa, matéria orgânica com alto teor de umidade, por microrganismos anaeróbicos (ausência de oxigênio). Os principais componentes orgânicos da biomassa são proteínas, celuloses, hemiceluloses e ligninas; porém, a conversão de lignina é menor devido a sua estrutura e do resultado de baixa biodegradabilidade (ABBASI; TAUSEEF et al. 2012).

O biogás é uma mistura de aproximadamente 3:1 de metano e dióxido de carbono - o que o caracteriza um combustível "limpo" desde o final do século 19. Mas um grande ressurgimento do interesse na captura de biogás tem ocorrido nos últimos anos, devido à rápida e crescente preocupação com o aquecimento global. Causas antropogênicas que direta ou indiretamente são atribuídas pela liberação de metano para a atmosfera. Assim, a dupla vantagem de captura de metano - geração de energia, enquanto controla aquecimento global - vieram à tona (ABBASI; TAUSEEF et al. 2012)

Pipatmanomai et al. (2009) expressam que o biogás pode ser gerado de resíduos domésticos, esgoto, aterros sanitários e no caso da criação de porcos, dos resíduos animais e das águas residuais.

O biogás pode ser diretamente utilizado na combustão em queimadores, ou usado como combustível em motores de combustão interna para geração de energia elétrica, ou ainda, melhorado a qualidade do biogás (gás natural) pela remoção do dióxido de carbono e sulfureto de hidrogênio (TSAI; LIN, 2009).

Os microrganismos que atuam na ausência de oxigênio atacam a estrutura de materiais orgânicos complexos, produzindo compostos simples como o metano (CH₄) e o dióxido de carbono (CO₂) (BITTON, 2005). A composição típica do biogás é cerca de 60% de metano, 35% de dióxido de carbono e 5% de uma mistura de hidrogênio, nitrogênio, amônia, ácido sulfídrico, monóxido de carbono, aminas voláteis e oxigênio (WEREKO-BROBBY; HAGEN, 2000).

Singh e Perna (2009) comentam a existência de dois tipos de processo de Digestão Anaeróbica (AD): a digestão mesofílica onde a temperatura interior do biodigestor é aquecida a 30-35 °C e a matéria-prima permanecem no biodigestor, durante 15-30 dias. Este processo tende a ser mais robusto e tolerante que o processo termofílico, mas a produção de gás é menor, são requeridos tanques maiores de digestão. Outro tipo é a digestão termofílica: nesta a temperatura interior do biodigestor é aquecida a 55 °C e o tempo de permanência da biomassa é normalmente de 12-14 dias. Sistemas de digestão termofílica oferecem

uma maior e mais rápida produção de metano, porém, requerem uma tecnologia mais cara, de entrada maior de energia e um maior grau de funcionamento e controle. Durante este processo, de 30-60% dos sólidos digeríveis são convertidos em biogás.

Para que ocorra a fermentação da matéria orgânica, as bactérias precisam de um ambiente favorável ao seu crescimento e desenvolvimento: Ausência de compostos químicos tóxicos (sabão, detergente); Temperatura adequada; Presença de matéria orgânica (dejetos); Ausência de ar. Assim, se houver alguma interferência nesses fatores poderá ocasionar uma redução na produção de biogás. Os microrganismos produtores de metano como exposto acima são sensíveis a variação de temperatura, sendo recomendado assegurar-se a sua estabilidade, seja através do aquecimento interno ou pelo melhor isolamento térmico da câmara de digestão durante os meses de inverno. Este ponto é bastante crítico, pois nos meses de inverno é que se apresenta uma maior demanda por energia térmica e uma tendência dos biodigestores em produzirem volumes menores de biogás causados pelas baixas temperaturas (SEIXAS; MARCHETTI, 1981).

De acordo com Ward *et al.* (2008), a produção de biogás através da digestão anaeróbica oferece vantagens significativas em relação a outras formas de tratamento de resíduos, incluindo: Menor lodo de biomassa é produzido, em comparação com as tecnologias de tratamento aeróbio; Bem sucedida no tratamento de resíduos úmidos com menos do que 40% de matéria seca; Remoção mais eficaz de patógenos; Emissões de odores mínimas já que 99% dos compostos voláteis são decompostos por oxidação; A lama produzida (biodigestores) é um fertilizante melhorado em termos de disponibilidade para as plantas e em sua reologia; Uma fonte de energia, de carbono neutro é produzida na forma de biogás.

O aproveitamento dos resíduos sólidos agropecuários, urbanos (lixo) e industriais, apresenta diversas vantagens socioambientais e, por isso, há um grande interesse em viabilizar o seu aproveitamento energético. A produção de energia a partir desses materiais já apresenta alternativas tecnológicas maduras. Para Tsai *et al.* (2004), a geração de energia através de fontes renováveis como a biomassa ganhou status mais elevado a partir da década de 1970 com a crise mundial de petróleo. A biomassa é atraente como fonte alternativa de energia do ponto de vista da sustentabilidade, pois além do ganho explícito para o meio-ambiente, há ganhos diretos e indiretos do ponto de vista social e tem se mostrado viável do ponto de vista econômico.

A utilização de unidades de biogás em países como Índia, onde 70% da população habitam áreas rurais, tem sido encontrada como uma alternativa para produção de energia para atividades como cozinhar, já que existe biomassa suficiente disponível no campo (SATYANARAYAN et al. 2008).

A produção de biogás agrícola oferece vários benefícios uma vez que eletricidade e calor são produzidos a partir de fontes renováveis de energia. Como um produto, o biogás constitui um centro gerador de economia. Provoca demandas e é consumidor de uma cadeia significativa de suprimentos, enquanto apresentam resultados econômicos concretos, palpáveis na forma de energias, créditos de carbono e eficiência energética, que constituem receitas econômicas. Os suprimentos são componentes para que os processos se instalem e operem, como motores, geradores, controles, biodigestores, filtros, tubulações e uma infinidade de outras peças, componentes e processos de origem industrial, que movimentam o comércio e serviços especializados (AMON; BOXBERGER, 2010; RASLAVICIUS, GRZYBEK et al. 2011).

O Brasil não possui um programa específico para o aproveitamento do biogás, mas sim uma série de planos e iniciativas com pouca coordenação, desenvolvida por diferentes órgãos do governo (ZANETTE, 2009).

O aproveitamento do biogás gerado a partir de resíduos de suinocultura mostra-se uma alternativa energética muito atraente, pois permite diminuir significativamente os custos operacionais. Verificam-se várias regiões em que há um grande potencial para a produção de biogás, consequentemente geração de energia elétrica. Das diferentes formas para a produção de energia a partir de resíduos, a utilização dos resíduos agropecuários para este fim, está particularmente baseada no quesito sustentabilidade, qualidade ambiental e aspecto econômico. A sua utilização direta como combustível no processo de combustão geralmente gera menos poluição ambiental e risco à saúde, comparando-a com a energia nuclear ou energia de combustíveis fósseis (TSAI; LIN, 2009; BOULAMANTI; DONIDA MAGLIO et al. 2013).

2.3.4 Biofertilizante

Depois de todo o processo de produção do biogás, a biomassa fermentada deixa o interior do biodigestor em forma líquida, com grande quantidade de material orgânico, excelente para a fertilização do solo. Com a aplicação deste biofertilizante no solo, melhoram-se as qualidades

biológicas, químicas e físicas do mesmo, superando qualquer adubo químico (SEGANFREDO, 1999).

Sganzerla (1983) salienta que, devido ao processo que ocorre na biodigestão, a matéria orgânica (biomassa), perde exclusivamente carbono, sob a forma do gás metano (CH_4) e gás carbônico (CO_2), além de, aumentar o teor de nitrogênio e outros nutrientes. Desta forma, o biofertilizante funciona como corretor de acidez do solo. O biofertilizante, ao contrário dos adubos químicos, melhora a qualidade do solo, deixando-o mais fácil de ser trabalhado e proporcionando uma melhor penetração de raízes. Além disso, faz com que o solo absorva melhor a umidade do subsolo, resistindo facilmente a longos períodos de estiagem.

O biofertilizante proporciona a multiplicação das bactérias, gerando mais vida e saúde ao solo e ocasionando aumento significativo na produtividade das lavouras. O biofertilizante possui teores de nutrientes iguais e até maiores que o do material original. O pH médio do biofertilizante é de 7,5, ou seja, levemente alcalino fator que pode reduzir a acidez do solo e ajudar no aumento da produtividade (BARRERA, 2003).

A composição do biofertilizante pode variar de acordo com o tipo de biomassa utilizada no biodigestor, no caso dos dejetos, abaixo segue os componentes:

Tabela 5: Componentes do biofertilizante oriundo do dejetos suíno

Composição	Quantidade
pH	7,5
Matéria Orgânica	85%
Nitrogênio	1,8
Fósforo	1,6
Potássio	1

Fonte: Sganzerla (1983, p.26)

Dessa forma, o biofertilizante é um subproduto originado no processo de biodigestão, que proporciona ao máximo a utilização dos dejetos suínos, otimizando o processo de agregação de valor à propriedade rural. O processo de biodigestão, melhora a qualidade do fertilizante e ajuda a reciclar os resíduos orgânicos para a agricultura. A digestão anaeróbia aumenta o teor de $\text{NH}_4\text{-N}$ (Nitrogênio) e diminui o teor de carbono do estrume animal. Além disso, novos postos de trabalho nas áreas rurais são criados pela produção de biogás (AMON; BOXBERGER, 2010; RASLAVICIUS, GRZYBEK et al. 2011).

2.4 REDES DE EMPRESAS

No contexto deste trabalho de pesquisa, a utilização do conceito de rede de empresas é válida, uma vez que para a formação de condomínios de agroenergia, há a cooperação, ações conjuntas em prol de um objetivo comum das propriedades e entidades envolvidas.

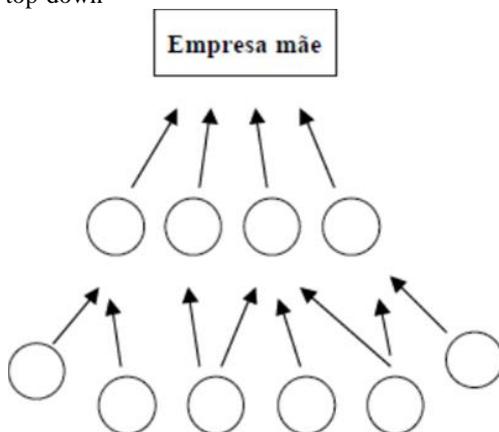
As redes de empresas são bastante dinâmicas e difusas, dentro de uma série de situações cujo ponto em comum é a existência de duas ou mais empresas que realizam ações conjuntas. Há uma ampla configuração de redes de cooperação entre empresas (PODOLNY; PAGE, 1998; CUNHA, 2007).

Para uma compreensão, rede é um conjunto de pontos ou nós conectados entre si por segmentos – arcos – que viabilizam o intercâmbio de fluxos – de bens, pessoas ou informações – entre os diversos pontos da estrutura (KLEINDORFER; WIND, 2012). O conceito de rede de empresas refere-se a arranjos inter-organizacionais baseados em vínculos sistemáticos entre firmas formalmente independentes, dando origem a um padrão particular de governança que é capaz de promover uma coordenação mais eficaz de atividades complementares realizadas por estas diversas empresas (BRITTO, 2002).

Diversos autores oferecem tipologias distintas para classificar as redes de empresas, de acordo com a forma como estão estruturadas e as relações que os atores mantêm entre si (CASAROTTO; PIRES, 1998).

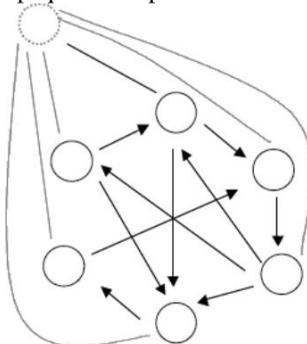
Casarotto e Pires (1998) classificam as redes em dois grandes grupos: redes top-down e redes flexíveis de pequenas e médias empresas. O primeiro grupo (redes top-down – ver figura 6) caracteriza-se por uma situação na qual a pequena empresa torna-se fornecedora ou até mesmo subfornecedora de uma empresa-mãe, como no caso das indústrias automobilísticas. Por outro lado, as redes flexíveis de pequenas empresas (ver figura 5) são descritas como grupos de pequenas empresas que se unem por um consórcio com objetivos amplos ou mais restritos, permitindo ao mesmo tempo escala e flexibilidade, valorização de marcas, comercialização ou aquisição conjunta de produtos, entre outros.

Figura 6: Rede top-down



Fonte: Adaptado de Casarotto e Pires (1998)

Figura 7: Rede flexível de pequenas empresas



Fonte: Adaptado de Casarotto e Pires (1998)

No Brasil e no mundo, uma série de conceitos é apresentada para identificar estes tipos de modalidades de cooperação, alianças, podendo citar Aglomerados Industriais (CUNHA, 2007), Distritos Industriais Italianos (CASAROTTO; PIRES, 2001), Arranjos Produtivos Locais (LASTRES, 2004), Sistemas de Inovação (LUNDVALL 2007), Redes de empresas em geral. (BRITTO, 2002)

Conforme descreve Britto (2002 *apud* CUNHA, 2007), existem quatro elementos morfológicos que constituem a estrutura das redes: nós, posições, ligações e fluxos. Salienta que, a apresentação desses elementos morfológicos (ver quadro 2) trata-se de um exercício de simplificação que

contribui para auxiliar pesquisadores no desenvolvimento de análises em redes de empresas.

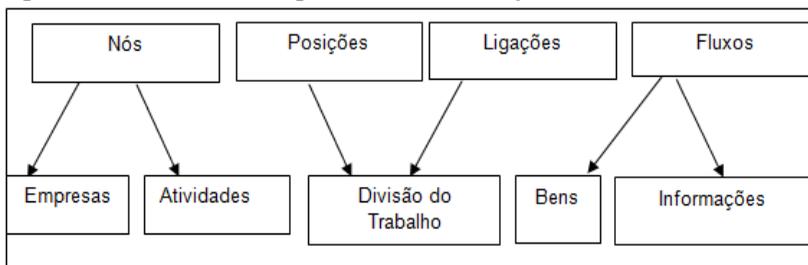
Quadro 2: Elementos estruturais de uma Rede

Elementos Morfológicos Gerais das Redes	Elementos Constitutivos das Redes de Empresas
Nós	Empresas ou Atividades
Posições	Estrutura de Divisão de Trabalho
Ligações	Relacionamento entre Empresas (aspectos qualitativos)
Fluxos	Fluxo de Bens (tangíveis) e de Informações (intangíveis)

Fonte: Britto (2002)

Os nós podem ser descritos como um conjunto de eventos, objetos, agentes presentes em determinada rede. Existem duas perspectivas para o estabelecimento dos nós da rede: a primeira tem a posição das empresas como unidade básica de análise e a segunda considera as atividades como os pontos de foco do arranjo. As posições definem as localizações das empresas ou atividades (os nós) no interior da estrutura. A posição está diretamente associada à divisão do trabalho dos diferentes agentes. As ligações determinam o grau de densidade/atuação dos atores de uma rede (detalhamento dos relacionamentos organizacionais, produtivos e tecnológicos entre os membros da rede). Para o entendimento da estrutura de uma rede (ver figura 8), ainda é necessária a análise dos fluxos tangíveis (insumos e produtos) e intangíveis (informações). (BRITTO, 2002)

Figura 8: Elementos morfológicos das redes de empresas



Fonte: Britto (2002, p. 359).

De acordo com Ceglie, Clara e Dini (1999), grupos de firmas cooperam para o desenvolvimento conjunto de um projeto,

complementando-se umas às outras e especializando-se para superar problemas comuns, adquirir eficiência coletiva e penetrar em novos mercados. Salienta a necessidade da prática da cooperação interorganizacional como estratégia para sobrevivência e desenvolvimento das empresas, assim como um fator gerador da competitividade local e do desenvolvimento regional. Conforme exposto no quadro 3, visualiza-se contribuições das redes para as empresas.

Quadro 3: Contribuição das redes para as empresas

Contribuição	Autor
As redes são uma fonte importante de informações (oportunidades, mecanismos de decisão, técnicas de gestão, etc.).	Szarka, 190; Powell et. al., 1996; Julien, 1996; 2000 ^a , 2000b; Johannisson, 1998; Kraatz, 1998; Davisson; Honig, 2003; Liao; Welsch, 2003.
As redes reduzem o grau de incerteza do ambiente.	Johannisson, 1986; Amin; Robins, 1991; Kraatz, 1998; Julien, 2000 ^a , 2000b.
As redes são uma fonte de imitação.	Kraatz, 1998; Maillat; Kebir, 1999
As redes melhoram a capacidade de adaptação da empresa em um ambiente de constante mudança.	Maillat, 1992; Kraatz, 1998; Julien, 2000, 2000b.
As redes criam um contexto propício à inovação.	Maillat; Kebir, 1999.
As redes favorecem a interação entre os diferentes atores regionais.	Camagni, 1991; Maillat, 1996, 1998; Maillat; Kebir 1999.

Fonte: Adaptado de Borges Jr. (2004)

As redes de empresas são formas organizacionais que buscam a obtenção de melhores resultados globais para um conjunto de empresas, através da coordenação do trabalho e do aproveitamento sistêmico de recursos existentes nas empresas que compõem a rede (CARDOSO; ALVAREZ; CAULLIRAUX, 2002). Entre os benefícios auferidos por essas redes de empresas destacam-se a aprendizagem, legitimação e *status*, além das vantagens econômicas (PODOLNY; PAGE, 1998).

Neste contexto, fator importante na análise de redes de empresas, é o monitoramento do desempenho das empresas inseridas em uma rede de cooperação empresarial, uma vez que, toda e qualquer organização empresarial/rede de cooperação é constituída visando sempre o alcance de determinados objetivos, sejam eles sociais e/ou econômicos. Portanto, faz sentido que uma preocupação básica seja a de encontrar indicadores de desempenho e ferramentas de avaliação adequadas (GALDAMEZ,

2007) a fim de quantificar a eficiência e eficácia de uma empresa, de um conjunto de empresas, dos processos de negócio ou das atividades realizadas pelas pessoas (LEBAS, 1995).

2.4.1 Análise da Competitividade em Redes de Empresas

São inúmeros os pontos de vista sobre a magnitude das vantagens e o que representa a aglomeração territorial de empresas do mesmo setor. É recorrente na literatura especializada, que a associação de ações integradas de empresas, gera benefícios e está diretamente relacionada à solução de problemas que dificilmente seriam resolvidos de forma individualizada (ALVES; PEREIRA, 2010)

Redes de empresas promovem complexas interdependências. Os membros trocam entradas e saídas bidirecionalmente e exploram a proximidade geográfica para gerar competitividade (HUMAN; PROVAN, 1997) O aproveitamento de sinergias coletivas geradas pela participação dinâmica em arranjos e cadeias produtivas locais fortalece as chances de sobrevivência e crescimento, constituindo-se em importante fonte geradora de vantagens competitivas (LASTRES; CASSIOLATO, 2004).

As empresas se organizam em redes por algum tipo de benefício ou vantagem competitiva que se diferenciam das demais (HOFFMANN; MOLINA-MORALES; MARTÍNEX-FERNANDEZ, 2007). As redes de empresas e a atuação coletiva gerada por suas interações, e destas com o ambiente onde se localizam, vêm efetivamente fortalecendo as oportunidades de sobrevivência e crescimento, constituindo-se em importante fonte geradora de vantagens competitivas duradouras e de desenvolvimento regional.

Segundo Casarotto Filho e Minuzzi et al. (2006) a partir da base dos conceitos expostos na literatura, visualiza-se que a competitividade deve ser analisada de forma mais abrangente. Neste entendimento, pode-se afirmar que a competitividade das empresas que integram uma região está fundamentada na forma como a sociedade se organiza. A mesma está diretamente relacionada à sinergia entre os diferentes atores, e a partir disto é que surgem as ações que propiciam o desenvolvimento regional.

A literatura apresenta alguns modelos para análise da competitividade de redes no sentido de “clusters”. Embora os modelos sejam voltados para redes no sentido de clusters, pode ser adaptado para redes num sentido mais micro, como consórcios, cooperativas, condomínios ou mesmo incubadoras de empresas. A seguir, são apresentados dois modelos de análise de competitividade encontrados na

literatura: o modelo de Esser e Meyer-Stamer e o Modelo de Porter. Cada modelo apresenta os fatores essenciais de competitividade, segundo a visão de cada autor.

2.4.1.1 O modelo do IAD - fatores determinantes da competitividade sistêmica

A metodologia do Instituto Alemão de Desenvolvimento (IAD), foi proposta por Esser et al. (1994a) e relatada por Meyer-Stamer (1998), para o estudo dos fatores determinantes da competitividade sistêmica. A proposta de análise se caracteriza por destacar a importância dos governos locais nos processos de desenvolvimento da capacidade competitiva de uma região ou setor e das firmas que destes fazem parte através de suas ações especialmente no nível macroeconômico.

Outro aspecto relevante e talvez o mais significativo do modelo, é a perspectiva social considerada nesta abordagem. De acordo com Altenburg, Hillebrand e Meyer-Stamer (1998), a afirmação central do conceito da competitividade sistêmica especifica como o Estado e os atores sociais deliberadamente criam condições para o sucesso do desenvolvimento industrial ou de determinada região.

Nesse entendimento, o desenvolvimento bem sucedido não é estabelecido apenas por fatores do nível micro, mas também, por meio de medidas específicas por parte do Governo e de instituições não governamentais, para o fortalecimento da competitividade de empresas que relacione estruturas fundamentais políticas e econômicas e de constelações de atores.

Esta visão mais ampla e complexa de competitividade é explicitada na seguinte afirmação:

La competitividad industrial no surge espontáneamente al modificarse el contexto macro ni se crea recurriendo exclusivamente al espíritu de empresa a nivel micro. Es más bien el producto de un patrón de interacción compleja y dinámica entre el Estado, las empresas, las instituciones intermediarias y la capacidad organizativa de una sociedad. En ese contexto, y concordando en este punto con el enfoque neoliberal, es esencial contar con un sistema de incentivos orientados a la competitividad que obligue a las empresas a acometer procesos de aprendizaje y a incrementar su eficiencia. Pero, últimamente, la

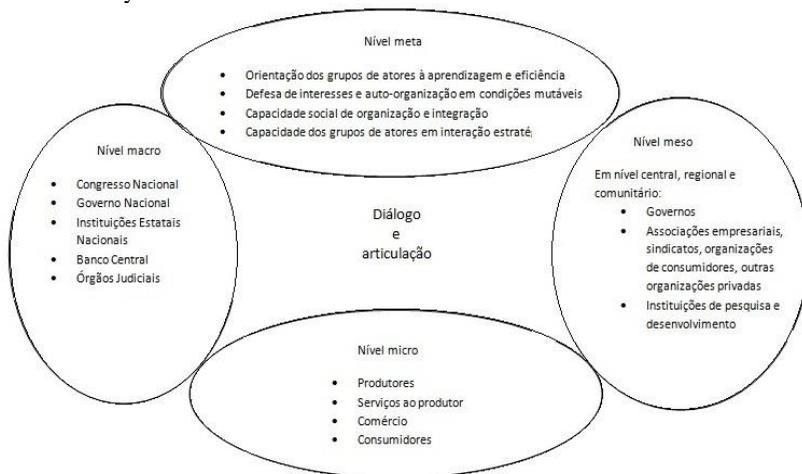
competitividad de una empresa se basa en el patrón organizativo de la sociedad en su conjunto. Los parámetros de relevancia competitiva en todos los niveles del sistema y la interacción entre ellos es lo que genera ventajas competitivas (ESSER et al. 1994a, p. 15).

Diante de novos padrões competitivos, novos conceitos organizacionais e as tecnologias inovadoras, a competitividad de uma nação e de seus setores/firmas não pode ser relegada a ações individuais. Segundo Esser et al. (1994b, p. 171), diante deste contexto “[...] los países más eficientes resultan ser aquellos cuyos grupos de actores sociales consiguen organizar procesos rápidos y efectivos de aprendizaje y toma de decisiones, amoldando convenientemente el entorno empresarial a los nuevos requerimientos”.

Para operacionalizar a análise, o estudo dos fatores determinantes da competitividad sistêmica é agrupado em quatro níveis, sendo eles denominados de: macro, meta, meso e micro (veja Figura 9). Os autores defendem que a integração entre esses níveis proporciona o alcance da vantagem competitiva sustentável ou, como denominado por eles, obtém-se a Competitividad Sistêmica. Embora o modelo seja voltado para redes no sentido de clusters, pode ser adaptado para redes num sentido mais micro, como consórcios, cooperativas, condomínios ou mesmo incubadoras de empresas.

Em síntese, a competitividad não surge espontaneamente ao modificar-se o contexto macro nem se cria recorrendo única e exclusivamente ao nível da empresa (nível micro). Ela é muito mais um produto de um padrão de interação complexa e dinâmica entre o Estado, as empresas, as instituições intermediárias e a capacidade organizativa da sociedade.

Figura 9: Determinantes da Competitividade sistêmica – os níveis de análise com base em Meyer-Stamer



Fonte: Casarotto e Pires (2001)

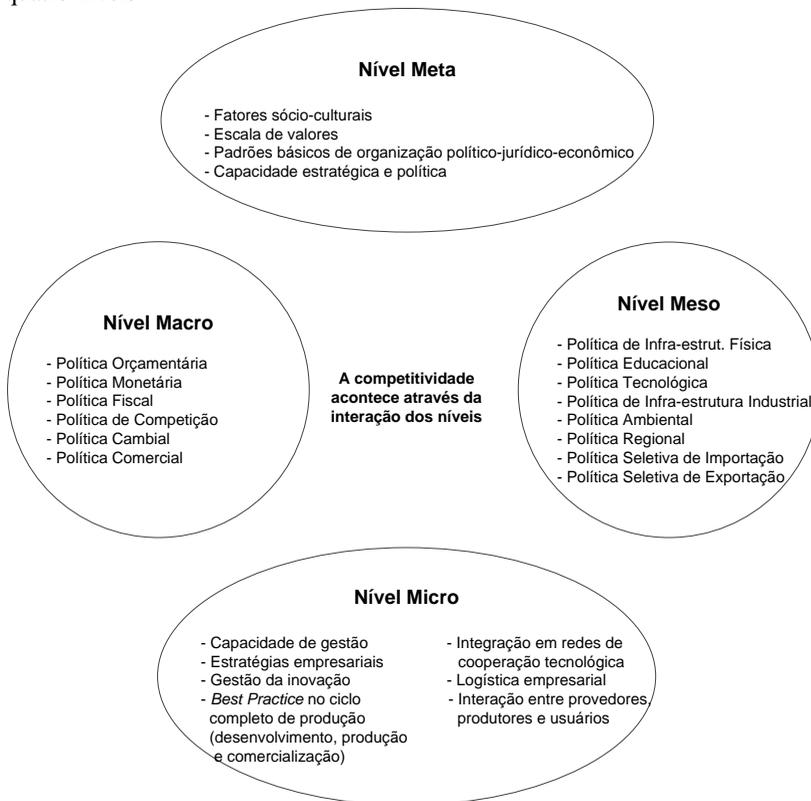
Ao serem analisados os níveis, países competitivos apresentam:

Estructuras que promueven la competitividad desde el nivel meta; un contexto macro que presiona a las empresas para que mejoren su performance y un espacio meso estructurado en el que el Estado y los actores sociales negocian las necesarias políticas de apoyo e impulsan la formación social de estructuras; numerosas empresas en el nivel micro que, todas a la vez, procuran alcanzar eficiencia, calidad, flexibilidad y rapidez de reacción y están en buena parte articuladas en redes colaborativas. (ESSER et al. 1994a, p. 15)

O nível micro, das empresas e das redes de empresas, o nível meso, das políticas e das instituições específicas, da organização da região, e o ambiente para a cooperação, o nível macro, das condições econômicas gerais, descrevem que um país estruturalmente competitivo deve ser aquele em que os componentes do ambiente nacional são estimuladores da eficiência empresarial, por exemplo, a educação, suporte à pesquisa, cooperação internacional, legislação fiscal e trabalhista, infraestrutura de transportes, energia e comunicação. Já o nível meta, das variáveis lentas,

como as estruturas socioculturais, a ordem e a orientação básicas da economia, e a capacidade dos atores sociais para formular visões e estratégias (ALTENBURG; HILLEBRAND; MEYER-STAMMER, 1998).

Figura 10: Resumo dos determinantes da competitividade sistêmica nos seus quatro níveis



Fonte: Meyer-Stamer (1998, p. 12).

A seguir são tratados de forma mais detalhada os quatro níveis de análise da competitividade sistêmica:

- Meta

No nível meta, Meyer-Stamer et al. (1998), descreve que é fundamental para o desenvolvimento de empresas de sucesso, que haja um consenso básico sobre a necessidade de desenvolvimento e uma

indústria competitiva e que isto está diretamente relacionado com os valores culturais e a capacidade dos atores sociais para formular conjuntamente visões e estratégias e implementar políticas que sustentem este desenvolvimento.

Esse nível de análise resulta de três elementos importantes: a) um consenso social sobre uma política econômica dirigida ao mercado nacional e internacional; b) um padrão básico de organização jurídica, política, econômica e macrossocial que permita aglutinar as forças dos atores, potencializar as vantagens nacionais de inovação, de crescimento econômico e de competitividade e, por em curso processos sociais de aprendizagem e comunicação; e c) a disposição e a capacidade de implementar uma estratégia de médio e longo prazo com objetivo de desenvolvimento tecnológico e industrial orientado à competitividade.

Com base em Esser et al. (1994a) e Meyer-Stamer (2005), sintetiza-se aqui alguns procedimentos operacionais envolvidos nas ações dos atores sociais para se analisar o nível meta e seus fatores:

- Busca de coesão social em torno do projeto de desenvolvimento e padrão de competitividade;
- Existência de capacidade estratégica e política dos atores sociais para promover consenso voltado a alcançar competitividade internacional, definindo estratégias de médio prazo;
- Propostas que envolvem orientações de desenvolvimento da sociedade;
- Entendimento dos fatores e escalas de valores socioculturais, uma vez que destes depende fortemente o estímulo ou desestímulo de implantação da dinâmica empresarial numa determinada sociedade;
- Estabelecimento de um padrão básico de organização político-econômica que estimule a competência (entre empresas e também entre composições políticas) e se oriente pelo mercado mundial e busque a competitividade internacional;
- Consciência de que aprendizagem e mudança são atitudes sinérgicas de valor.

- Macro

No nível macro, Casarotto e Pires (2001), descrevem que para o desenvolvimento da competitividade, deve haver algumas premissas, como por exemplo, a busca de um marco estável da política monetária, uma política fiscal que estimule a produtividade e a geração de divisas e

que haja uma política de competição, contraria a formação de monopólios e cartéis, assim como, o abuso do poder de mercado. A política cambial está concebida para impedir que as exportações encontrem obstáculos e que as importações necessárias se encareçam demasiadamente, além das políticas comerciais terem o papel de fomentadoras de uma integração ativa com o mercado mundial.

Quando a análise alcançar o nível macro, deve procurar observar se ocorrem, segundo Esser et al. (1994a) e Meyer-Stamer (2005a), fatores macroeconômicos com performance como:

- Política monetária que procure um marco estável (baixa taxa inflacionária), sem com isso criar obstáculos ao processo produtivo com taxas de juros elevadas demais;
- Política orçamentária que busque manter o déficit sob controle para assegurar a consistência macro;
- Política fiscal voltada a estimular a produtividade dos investimentos, pautada num escalonamento justo e transparente;
- Política de controle de formação de monopólios e cartéis, bem como, abuso de poder de mercado;
- Política cambial que contribua para as exportações ao invés de lhe oferecer obstáculos, da mesma forma que possa facilitar as importações que se fizerem necessárias;
- Política comercial deve fomentar a integração ativa ao mercado mundial.
- Política industrial que indica estratégias produtivas para o país e seus setores.

- Meso

No nível meso, a competitividade volta-se a existência de políticas e instituições específicas para moldar indústrias e seu ambiente, por exemplo, se há a existência de institutos de tecnologia, centros de formação, exportação, financiamento, fazendo com que ocorra a criação de uma vantagem competitiva. (MEYER-STAMER et al. 1998). Neste nível, conforme aponta Casarotto e Pires (2001), as diversas políticas devem assegurar as vantagens competitivas. Uma política de infraestrutura física deve assegurar que as vantagens competitivas na produção não sejam anuladas por perdas no transporte ou nas comunicações. Uma política educacional deve ser desenhada de modo a assegurar uma educação básica ampla e sólida a todos os cidadãos, oferecendo ao maior número de pessoas um ensino secundário e superior, concebida com base nas necessidades das áreas de especialização do setor

produtivo. Uma política tecnológica deve ter por objetivo primordial a ampla difusão de novas tecnologias e novas concepções organizacionais, fomentando assim um processo ininterrupto de modernização industrial. Uma política regional, além de procurar uma distribuição uniforme da indústria em todo território nacional, deve fortalecer seletivamente os "ilustres" industriais emergentes, além de incentivar a criação de novos ramos industriais iniciados e estimulados pelo Estado.

A definição do nível meso se define como,

The meso space consists of those organisations which are created by government, by individual actors or by collective actors to strengthen the competitiveness of companies. The mesospace is mostly the result of the implementation of mesopolicy (as opposed to being the result of spontaneous, uncoordinated market processes). Again, the mesospace results not only from governmental but also from private and collective efforts (MEYER-STAMER, 2005a, p. 10).

O nível meso pode ser analisado a partir de como se apresentam:

- As políticas de importação e exportação referentes a determinados setores;
- A política de infraestrutura e como estas asseguram vantagens competitivas à indústria;
- A política educacional e o quanto esta assegura a formação necessária para atender às demandas do setor;
- A política tecnológica e sua capacidade de difusão de novas tecnologias e novos conceitos organizacionais visando a modernização contínua da indústria;
- A política regional e seu direcionamento para fortalecer *clusters* industriais emergentes de forma seletiva;
- Os esforços do Estado para criação de novos ramos industriais;
- A política ambiental e sua eficácia em promover a competitividade a partir da efetividade técnica e organizacional, buscando equilíbrio entre a eficiência econômica e a ecológica.
- As associações que são relacionadas ao setor;
- As instituições de P&D, sua perspectiva científica e como promovem a aplicação do conhecimento e tecnologia que desenvolvem;

- As demais políticas e instituições voltadas a fomentar a competitividade e desenvolvimento de certos setores.

- Micro

No nível Micro, as empresas competitivas estão em condições de desenhar e implementar estratégias de modo a delinearem de maneira incremental a capacidade competitiva. Do mesmo modo, a capacidade de gestão na área de inovação torna-se uma premissa importante para a efetivação da competitividade (MEYER-STAMER et al. 1998)

A superioridade competitiva baseia-se na captação da melhor maneira de coordenar as atividades e, não somente, concentrar esforços na detecção de quais são essas atividades. Desse modo, define-se que a vantagem competitiva reside, não somente na escolha de quais as atividades que são necessárias e como configurá-las, mas também, na maneira como elas se articulam (MEYER-STAMER et al. 1998)

A interação entre empresas, fornecedores, prestadores de serviços complementares e clientes impulsiona os processos de aprendizagem coletiva, ao ponto de gerar inovações baseadas no fortalecimento das redes de cooperação (com outras empresas e com instituições de investigação científica e tecnológica), gerando um efeito sinérgico, fruto exatamente do reforço dos elos, ou seja, da compreensão da articulação da cadeia (MEYER-STAMER et al. 1998)

As experiências bem-sucedidas de desenvolvimento local endógeno decorrem, quase sempre, de um ambiente político e social favorável expresso por uma mobilização e, principalmente, convergência importante dos atores sociais do município ou comunidade em torno de determinadas prioridades e orientações básicas de desenvolvimento. Representa, assim, o resultado de uma vontade conjunta e dominante da sociedade que dá sustentação e viabilidade política a iniciativas e ações capazes de organizar as energias e promover a dinamização e transformação da realidade (CASTELLS; BORJA, 1996)

O Modelo Geral de Rede para o Desenvolvimento de um Sistema Econômico Local, utilizado como base do modelo de sistemas econômicos locais italianos (CASAROTTO; PIRES, 1999) apresenta uma configuração aproximada do modelo de Competitividade Sistêmica, incluindo: a) atores diversos - grandes empresas, bancos, institutos de pesquisa e governo (nível micro, meso e macro); b) instrumentos de integração (nível meso); e c) pequenas e médias empresas (nível micro).

Em relação a competitividade gerada a partir da atuação em rede, percebe-se que as inter-relações promovidas pela atuação conjunta pode oferecer vantagens através de quatro fontes: primeiramente através de

ativos de relação específica como, o volume de transações entre empresas e criação de salvaguardas para a aliança. Em segundo lugar a troca de conhecimentos sobre as rotinas que ocorre através da capacidade de absorção dos parceiros e do incentivo a mudança. Em terceiro, a complementaridade de recursos, que pode ser obtido através da capacidade dos parceiros em identificar potenciais complementaridades que venham a gerar um diferencial competitivo e da utilização destas para acessar recursos estratégicos. Por fim, a governança eficaz através da auto-execução e a capacidade de empregar mecanismos formais e informais de governança (DYER; SINGH, 1998).

2.4.1.2 O “Diamante” da vantagem locacional de Porter

De acordo com Porter (1990), o sucesso de determinada empresa e ou de determinada indústria está associado às condições nacionais de seu país de origem, na medida em que potencializam a adoção de estratégias próprias a partir de um contexto favorável ao seu desenvolvimento. O sucesso de empresas e indústrias a partir deste favorecimento constituiria a vantagem competitiva de uma nação.

Para Porter (1990), o desempenho competitivo de um país, numa determinada indústria, resulta, da ação articulada de quatro determinantes que moldam o ambiente no qual as empresas competem, estimulando ou impedindo a criação de vantagens competitivas.

Esses quatro determinantes são segundo Porter (1990): as *condições de fatores* disponíveis aos produtores: neste, inclui a disponibilidade de mão de obra qualificada, especializada e experiente nas atividades inerentes ao cluster; infraestrutura física adequada; sistema legal e um ajuste da carga tributária em decorrência de solicitações coletivas; e, ainda, instituições de ensino e pesquisa a que recorrem às empresas. Outro determinante são as *condições de demanda*, onde as características da procura interna para um determinado bem ou serviço, a presença de uma base de clientes locais sofisticados e contestadores, cujas necessidades antecipam a procura externa, e pressionam as empresas a melhorarem constantemente suas vantagens competitivas através de produtos inovadores, com crescente aumento de qualidade.

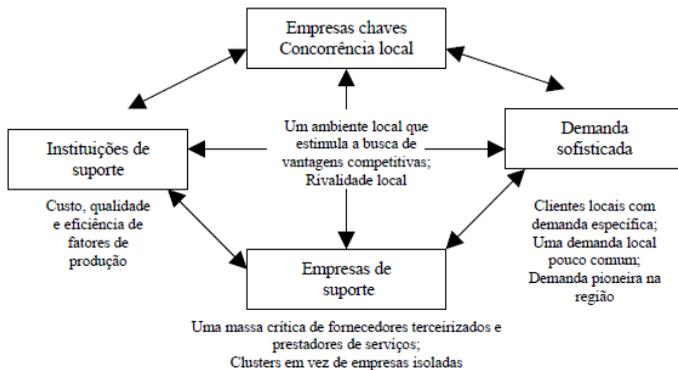
Porter (1990) também considera como determinante, a *Estratégia, Estrutura e Rivalidade das Empresas*, onde ressalta que uma característica compartilhada pelas economias competitivas consiste na forte concorrência entre as empresas. A competição pode coexistir junto à cooperação, uma vez que estas ocorrem em dimensões diferentes e entre

diferentes agentes, porém em sua maior parte vertical, envolvendo companhias e indústrias correlatas e instituições locais.

O quarto determinante exposto pelo autor é a *existência de indústrias relacionadas e de suporte, apoio*. Descreve se há a existência ou não de indústrias fornecedoras e/ou relacionadas que sejam competitivas nos mercados internacionais.

Incorporando a estes quatro determinantes, o autor descreve ainda a atuação do governo e o papel do acaso (acontecimentos fora do controle das empresas) como determinantes do desempenho. Porter (1999) ao indagar o porquê de certas empresas localizadas em determinadas regiões ou países, são capazes de obter vantagens competitivas; elencou quatro tipos de atributos inter-relacionados para análise da competitividade de um aglomerado, o chamado “diamante” da vantagem competitiva, ilustrado na Figura 11.

Figura 11: Determinantes da vantagem competitiva da localização



Fonte: Adaptado de Porter (1999, p. 675)

A competitividade resulta da estrutura relacional evidenciada pela integração dos determinantes que compõem o diamante. O autor relata que as condições nacionais não são igualmente propícias para todos os setores de atividade, sendo que os países têm mais probabilidade de obter êxito em indústrias ou segmentos de indústria onde o diamante é mais favorável (PORTER, 1990).

A partir desses quatro atributos o autor sugere alguns papéis a serem desempenhados pelo governo e pelas instituições e/ou corporações de suporte (por exemplo, instituições patronais, associações, universidades, etc.).

No Quadro 4 exposto abaixo se resume a proposta de Porter para a análise da competitividade de um Sistema Produtivo Local ou de um Aglomerado competitivo.

Quadro 4: Fatores que influenciam a competitividade e papéis a serem desempenhados pelo Governo e Instituições e/ou Corporações

Influência na Competitividade	Fontes de Vantagem Competitiva	Papel do Governo no aprimoramento	Papel das corporações no aprimoramento
Contexto para a estratégia e rivalidade da empresa	<ul style="list-style-type: none"> - Contexto local que encoraje o aprimoramento - Competição vigorosa entre empresas locais 	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminar barreiras à competição local - Organizar órgãos do governo para o aglomerado - Atrair investimentos - Promover exportações 	<ul style="list-style-type: none"> - Estimular comercialização conjunta - Colaborar com governo na promoção das exportações - Divulgar o <i>aglomerado</i>
Condições dos insumos e outros fatores de produção	<ul style="list-style-type: none"> - Quantidade e custo (matérias-primas, recursos humanos, tecnologia, energia, capital, etc.) - Qualidade - Especialização dos fatores 	<ul style="list-style-type: none"> - Criar programas de educação e treinamento - Implementar pesquisa relacionada ao aglomerado - Prover informações sobre o aglomerado - Prover infra-estrutura 	<ul style="list-style-type: none"> - Influir nos currículos educacionais - Patrocinar pesquisa universitária - Manter vínculos estreitos com gestores da infra-estrutura - Desenvolver cursos - Coletar informações sobre o <i>aglomerado</i>
Condições da demanda	<ul style="list-style-type: none"> - Clientes locais exigentes e sofisticados - Necessidades dos clientes que antecipam o que acontecerá em outros locais - Demanda local pouco comum em segmentos especializados que possam ser globalmente atendidas 	<ul style="list-style-type: none"> - Criar normas regulamentadores favorecendo a inovação - Patrocinar atividades de testes e certificação - Atuar como comprador sofisticado 	<ul style="list-style-type: none"> - Trabalhar em conjunto com governo de modo a encorajar a inovação - Constituir organizações de testes e normatização
Setores correlatos e de apoio	<ul style="list-style-type: none"> - Presença de fornecedores capazes - Presença de setores correlatos competitivos 	<ul style="list-style-type: none"> - Patrocinar encontros entre membros do cluster - Encorajar esforços para atrair fornecedores e prestadores de serviços - Estabelecer zonas de livre comércio, parques de fornecedores, condomínios, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Constituir associação comercial específica - Estimular a formação de fornecedores locais e atrair investidores para fornecer insumos e outros fatores de produção.

Fonte: Porter (1999) adaptado por Casarotto e Pires (2002) e adaptado pelo autor

Salienta-se, que é a união de esforços entre governo e entidades empresariais, instituições de ensino, associações de classe, etc., que se consegue uma massa crítica para catalisar o aprimoramento e a competitividade empresarial, local/regional do sistema.

Pode-se observar que a diferença entre os dois modelos de abordagens para a análise da competitividade é a seguinte: na visão do IAD a competitividade está mais centrada na cooperação entre empresas, governo, instituições de ensino, associações de classe, entre outros. Já a

visão de Porter (1999) está mais direcionada para a rivalidade entre as empresas, fornecedores, clientes.

Quadro 5: Fatores que influenciam a competitividade de aglomerações produtivas, condomínios, regiões e papéis a serem desempenhados pelo governo e instituições de suporte

Modelo de Competitividade Sistêmica de Stamer (2001)				Modelo de Competitividade de Porter (1999) Adaptado por Casarotto e Pires (2002)			
	NACIONAL	REGIONAL	LOCAL	INFLUÊNCIA NA COMPETITIVIDADE	FONTES DE VANTAGEM COMPETITIVA	PAPEL DO GOVERNO NO APRIMORAMENTO	PAPEL DAS CORPORAÇÕES NO APRIMORAMENTO
META	Modelo nacional de desenvolvimento Sistema nacional de inovação	Identidade regional Capacidade estratégica de atores regionais	Capacidade de cooperação de atores locais Confiança Ambiente criativo	Setores correlatos e de apoio	- Presença de fornecedores capazes - Presença de setores correlatos competitivos	- Patrocinar encontros entre membros do condomínio - Encorajar esforços para atrair fornecedores e prestadores de serviços - Estabelecer zonas de livre comércio, parques de fornecedores, condomínios, etc.	- Constituir associação comercial - Estimular a formação de fornecedores locais e atrair investidores para fornecer insumos e outros fatores de produção.
MACRO	Condições básicas macroeconômicas (ex. sistema tributário, opções de financiamento)	Política orçamentária sólida Capacidade do governo para investimentos	Política orçamentária sólida Capacidade de governo para investimentos Ambiente atrante Qualidade de vida	Condições da demanda	- Clientes locais exigentes e sofisticados - Necessidades dos clientes que antecipam o que acontecerá em outros locais - Demanda local pouco comum em segmentos especializados que possam ser globalmente atendidas	- Criar normas regulamentadoras favorecendo a inovação - Patrocinar atividades de testes e certificação - Atuar como comprador sofisticado	- Trabalhar em conjunto com governo de modo a encorajar a inovação - Constituir organizações de testes e normatização
MESO	Promoção de novas tecnologias Incentivo à exportação Instituições específicas de financiamento Política ambiental voltada aos setores	Promoção econômica regional Centro de demonstração de tecnologia Institutos de pesquisa e desenvolvimento Instituto de formação Política ambiental	Promoção de economia local e do mercado de trabalho Instituições de formação Centros de tecnologia e de novos empreendedores Associações competentes	Condições dos insumos e outros fatores de produção	- Quantidade e custo (matérias-primas, recursos humanos, tecnologia, energia, capital, etc.) - Qualidade - Especialização dos fatores	- Criar programas de educação e treinamento - Implementar pesquisa relacionada ao condomínio - Prover informações sobre o condomínio - Prover infraestrutura - Coletar informações sobre o condomínio	- Influir nos currículos educacionais - Patrocinar pesquisa universitária - Manter vínculos estreitos com gestores da infraestrutura - Desenvolver cursos - Coletar informações sobre o condomínio
MICRO	Empresa de médio e grande porte Redes dispersas	Micro e Pequenas Empresas	Comitês locais com os fornecedores	Contexto para a estratégia e rivalidade da empresa	- Contexto local que encoraje o aprimoramento - Competição vigorosa entre empresas locais	- Eliminar barreiras à competição local - Organizar órgãos do governo para o condomínio - Atrair investimentos	- Estimular comercialização conjunta - Divulgar o condomínio

Fonte: Porter (1999) adaptado por Casarotto e Pires (2002) e adaptado pelo autor

2.5 REDES DE EMPRESAS EM AGROENERGIA: OS CONDOMÍNIOS COMO UMA NOVA ECONOMIA

A agroenergia refere-se à função energética da agricultura. Esta pode representar um importante fator para atingir a sustentabilidade social e ambiental ao nível local, nacional, regional e global (CALLESEN; GROHNHEIT et al. 2010; HIREMATH; DRESSLER; LOEWEN et al. 2012)

Os recursos agropecuários são abundantes em muitas partes do mundo e diferentes tecnologias de conversão, comercialmente disponíveis, podem transformar as formas tradicionais e de baixa tecnologia de uso destes recursos em energias modernas (KONRAD *et al.* 2013).

Na agroenergia, sendo produzida de forma eficiente e sustentável, podem ser alcançados benefícios se comparados com o uso de combustíveis fósseis, como por exemplo: desenvolvimento rural; sustentabilidade local; gestão agrícola sustentável; conservação da biodiversidade e mitigação das alterações climáticas; melhoria da segurança no fornecimento de energia (PANOUTSOU, 2008; DEL RIO; BURGUILLO, 2009).

Para fins de conceito sobre condomínios de Agroenergia, tema deste trabalho, retoma-se o conceito básico de Distrito Industrial descrito por Marshall no ano de 1934, no qual o autor descreve que Distrito Industrial é a aglomeração de pequenas e médias empresas, no qual um conjunto de modalidades através das quais recursos locais (naturais, humanos e técnicos) são mobilizados e dão origem a dinâmicas empresariais localizadas (FRAYSSIGNES, 2011).

De um modo geral, o distrito se refere a uma área geográfica que reúne uma grande variedade de PME (pequenas e médias empresas) especializadas e caracterizada por uma atividade de produção, fundada em valores comuns (ética de trabalho, mentalidade corporativa, de família, a reciprocidade, a concorrência) e uma acumulação de competências através da busca e transmissão de conhecimento (FRAYSSIGNES, 2011)

Transpondo a noção de distrito para o setor da agroenergia os benefícios relacionados com a criação de redes de empresas, centros de formação e unidades de Pesquisa e Desenvolvimento, frente a um novo cenário de tecnologias capazes de proporcionar uma solução a problemas do cotidiano é bastante válido (DEPRET; HAMDOUCH, 2010).

Para a concepção de condomínios de Agroenergia, algumas premissas devem ser levadas em consideração em sua concepção, tais como: prioridade de desenvolvimento, impactos ambientais, conflitos com outros usos do solo, eficiência da tecnologia de conversão, o elevado custo das matérias-primas e a relação custo-eficiência das tecnologias da agroenergia. Em termos econômicos, os incentivos podem ser necessários, pelo menos para colocar a agroenergia a um nível mais próximo ao dos combustíveis fósseis, para os quais os custos sociais e ambientais não são considerados (RURAL EVOLUTION, 2012).

Para que o conceito de Condomínio de Agroenergia seja entendido é necessário compreender onde o mesmo está inserido. Um condomínio de Agroenergia está inserido em uma Cadeia de agroenergia. A cadeia de agroenergia é caracterizada por três aspectos principais: a cadeia de produção, a cadeia de transporte e logística e a tecnologia de conversão da biomassa. Neste contexto, uma definição possível de cadeia de agroenergia é um processo ou conjunto de processos necessário(s) para (eventualmente) produzir, concentrar, (eventualmente) transportar e converter biomassa em energia (BLEY JUNIOR, 2009; RURAL EVOLUTION, 2012).

O condomínio de agroenergia é definido como a área territorial que possui uma ou mais cadeias de bioenergia, tecnológica, organizacional e economicamente desenhadas para a produção e utilização de energia de origem agrícola, normalmente através (mas não necessariamente limitada) do abastecimento de biomassas locais. Nesta perspectiva, o condomínio de agroenergia pode ser visto como um conjunto de cadeias de agroenergia que interagem e encontram sinergias baixando os custos de produção. Esta perspectiva considera o território e por isso são promovidos projetos e cadeias descentralizados; estes são caracterizados pela localização da propriedade; da gestão, da produção de bioenergia (RURAL EVOLUTION, 2012).

A proposição da produção e consumo de energia em nível de comunidade leva a sistemas de produção de energia diferentes do padrão, em pequena escala, determinado local de instalação (na própria comunidade), com resultados no âmbito ambiental e social maximizados, ou seja, centrado em benefícios para a comunidade e não apenas para os investidores (WALKER; CASS, 2007).

Os sistemas de geração de energia, historicamente, se desenvolveram em grandes sistemas técnicos, podendo observar-se especialmente na América Latina, por grandes complexos de geração, distantes das áreas de consumo (PEPPERMANS et al. 2005). Este paradigma dominante ao decorrer dos anos vem mudando para sistemas de energia mais flexíveis, que podem ser desenvolvidos ao nível de comunidade e envolvendo os usuários ativamente também na produção e gestão de energia. São os chamados sistemas de geração micro inteligentes. As redes inteligentes são entendidas como a tecnologia-chave que permite o desenvolvimento de fontes de energia renováveis e melhora na eficiência energética (HUGHES; BIJKER et al. 1987).

A transformação no sistema de produção de energia é um processo complexo que abrange um amplo conjunto de aspectos, nesta percepção, estes novos modelos de energia não necessitam apenas de alterações

somente na tecnologia, mas também em outros elementos que compõe o sistema, tais como as práticas dos usuários, regulamentos, infraestrutura e o significado simbólico para estas comunidades (GEELS; SCHOT, 2007; KUNNEKE, 2008).

A introdução de um sistema de geração de energia distribuída requer uma mudança no paradigma da produção de energia, ou seja, não somente em nível técnico, mas também os papéis e percepção de sistemas de energias sociais e culturais (UNRUH, 2000; OWENS; DRIFFILL, 2008).

A participação da comunidade pode incentivar as pessoas a se envolver com os projetos e, portanto, fortalecer o seu desenvolvimento, através da partilha dos benefícios do sistema de energia (VILLALOBOS; SCHWEIZER-RIES, 2004). O envolvimento das comunidades no processo é benéfico, uma vez que podem se beneficiar da implantação destes condomínios, como por exemplo, da geração de emprego, solução das questões locais perante determinado problema (DEVINE-WRIGHT, 2005).

A implementação de projetos de energia renováveis bem-sucedidos e que sejam sustentáveis ao longo do tempo, especialmente ao nível da comunidade, tem sido relacionados na literatura a processos mais abertos e participativos, onde pontos de vista, expectativas e enquadramentos de diferentes partes interessadas se integram (DEVINE-WRIGHT, 2005; WUSTENHAGEN; WOLSINK et al. 2007; ALVIAL-PALAVICINO; GARRIDO-ECHEVERRÍA et al. 2011). São muito interessantes, porque oferecem escala para a Economia do Biogás. A integração da produção centralizada de várias propriedades interligando seus subprodutos do processo de biodigestão a uma só central geradora de energia pode proporcionar uma economia em escala viável para os participantes e resultados importantes ambientais, energéticos e principalmente econômicos (BLEY JÚNIOR, 2009). O mesmo autor descreve que este arranjo tem como perspectiva um modelo de cooperativismo com biogás, independente da vinculação do produtor a outras cooperativas, ou integrações.

O biogás, como produto e como fonte renovável de energia, pode ser explorado em sistemas cooperativos no meio rural. Para isso as pequenas centrais de produção de biogás podem ser interligadas por gasodutos rurais formando conjuntos de redes interligadas com gestão associativa, configuradas e planejadas que permitam o ordenamento territorial (BLEY JÚNIOR, 2009).

As cooperativas de eletrificação rural, que encontram dificuldades para ingressar em geração pelas limitações legais, podem encontrar nos

condomínios associados uma interessante solução econômica. Essas iniciativas vêm para apoiar a idéia de que a produção descentralizada de energia pode contribuir com êxito para o desenvolvimento regional e de coesão, proporcionando fontes de renda e criação de oportunidades de emprego (BLEY JÚNIOR, 2009; BENEDEK; CRISTEA et al. 2013).

Muitos autores descrevem sobre a inserção das Universidades no desenvolvimento destes sistemas de produção, uma vez que estas instituições têm sido uma parte importante de esforços para apoiar o desenvolvimento econômico baseado no conhecimento, inovação, sobretudo nas regiões menos desenvolvidas (BOUCHER; CONWAY et al. 2003; HUGGINS; JOHNSTON, 2009). As universidades são como guias para o desenvolvimento da economia e não apenas como instituições que prestam apoio indireto, por exemplo, fornecendo pessoas graduadas (especializadas) ao mercado de trabalho. Estas instituições produzem conhecimento que pode ser um valioso contributo para o desenvolvimento local (ARIBISALA; OMOTOSO, 2009).

Verifica-se a importância da inserção no cenário das energias renováveis de políticas públicas a fim de incentivar uma maior implantação e utilização de sistemas de energia modernos, buscando assim condições necessárias para atingir a sustentabilidade rural. Estas iniciativas são impulsionadas pela necessidade de melhorar a qualidade de vida rural através da introdução de atividades de produção de energia renovável que suportam a melhoria do emprego e resolução de várias questões relacionadas com a proteção ambiental e a independência energética do país (RASLAVICIUS; GRZYBEK et al. 2011).

O financiamento é outro desafio na expansão das energias renováveis. Os usuários potenciais de energia renovável, tais como empresas agrícolas, fazendas, assentamentos rurais, não têm acesso ou condições para acessar os financiamentos (RASLAVICIUS; GRZYBEK et al. 2011).

A cooperação entre o setor industrial e agrícola deve operar globalmente em todos os níveis da cadeia de valor (produção, transformação e distribuição). A noção de Sistema Agroindustrial (SAG) abarca as atividades agropecuárias não apenas na etapa de produção, mas também nos elos a montante e a jusante de fornecimento de insumos, máquinas e implementos, bem como transformação agroindustrial e comercialização. Os sistemas agroindustriais compreendem os segmentos antes, dentro e depois da porteira da fazenda (GOLDBERG, 1968; SIFFERT FILHO; FAVERET FILHO, 1998). É essencial identificar os operadores que podem ser incluídos no procedimento: produtores, centros de pesquisa e institutos de formação e as autoridades locais. Este nível de

cooperação visa maximizar os esforços, eliminando que operadores do sistema sejam excluídos, cuja ausência poderia ser prejudicial, para o correto funcionamento destes projetos (GUIVANT; MIRANDA, 1999; FRAYSSIGNES, 2011).

Ressalta-se, que muitas vezes o desenvolvimento da agroenergia no meio rural é muitas vezes confrontado com a reticência de operadores locais, em especial os agricultores. Há uma “resistência à mudança” e exige uma mudança de mentalidade que só pode ser conseguido através de campanhas de sensibilização. Tal fato deve-se, porque as comunidades locais agrícolas são, ao mesmo tempo, fortemente a favor da produção agrícola tradicional, que já não é capaz de satisfazer os objetivos da agricultura moderna (FRAYSSIGNES, 2011).

Na revisão de literatura, evidenciam-se benefícios diretos e indiretos na criação de projetos locais de bioenergia. Benefícios estes, relacionados às questões ambientais, questões econômicas, questões sociais e principalmente a uma visão integrada da sustentabilidade. Podendo citar, o desenvolvimento das propriedades em prol de uma atividade mais sustentável e competitiva; o fornecimento de serviços de energia inovador e principalmente a redução de problemas ambientais, a inovação tecnológica e o desenvolvimento industrial; a geração distribuída e a universalização do acesso à energia; o desenvolvimento regional e local, especialmente em zonas rurais; e a criação de empregos (DAY; CHEN et al. 1990; BARNES; FLOOR, 1996; BASOSI; MALTAGLIATI et al. 1999; BREEN, 2008; CAI; HUANG et al. 2009; BORGES NETO; CARVALHO et al. 2010; CHAKRASALI; SHALAVADI et al. 2011; BLENKINSOPP; COLES et al. 2013; SIMAS; PACCA, 2013).

Nesta percepção, o desenvolvimento da agroenergia pode ser considerado sob o ponto de vista do desenvolvimento sustentável, na medida em que envolve as dimensões econômica, social e ecológica (FRAYSSIGNES, 2011).

Referente às questões ambientais, a necessidade de combater as alterações climáticas pela substituição dos combustíveis fósseis, e a redução das emissões de gases do efeito de estufa, e conseqüentemente a redução da poluição atmosférica são algumas das orientações específicas de carácter ambiental, além, da possibilidade destes sistemas de minimizar o potencial poluidor do solo, uma vez que os resíduos agropecuários nestes sistemas passam por um processo de tratamento dos efluentes (BASOSI; MALTAGLIATI et al. 1999).

No que tange as questões econômicas, conforme já exposto, os sistemas de produção, descentralizados, de pequena escala, enfrentam

desafios de viabilidade econômica devido aos elevados custos de operação. A integração da produção centralizada (tanto de matéria-prima, como de biogás) de várias propriedades interligando seus subprodutos do processo de produção a uma só central geradora de energia pode proporcionar uma economia em escala altamente viável. Por exemplo, em estudos realizados, foi estimado que os custos de operação e manutenção diminuam até 43% quando a potência da capacidade instalada em projetos de propriedades isoladas é aumentada de 5 para 20 kW (AVACI, 2013).

A viabilidade comercial dos modelos de produção de pequena escala pode ser melhorada pela integração da produção de bioenergia com outros sistemas de produção ou em operações de ciclo fechado onde resíduos de um processo são utilizados como matéria-prima, na produção de outros produtos. Por exemplo, uma alternativa pode ser a integração da produção de bioenergia com outros sistemas de produção não relacionados - onde a bioenergia é produzida a partir dos subprodutos ou resíduos (chorume animal), sendo utilizada no sistema de produção que criou o subproduto ou resíduos, por exemplo, a utilização do biofertilizante nas lavouras. Assim criam-se ciclos de produção de energia e outros produtos não relacionados com menos impactos ambientais. Esta abordagem integrada da produção também reduz o custo de comercialização da bioenergia, enquanto assegura o fornecimento de energia a produções comerciais mais competitivas (RURALEVOLUTION, 2012).

Projetos de energias renováveis inseridos em áreas rurais, especialmente nas áreas em que carecem de desenvolvimento econômico, podem trazer diversos benefícios para a comunidade. As usinas de geração de energias renováveis são frequentemente menores e mais dispersas que usinas tradicionais, e por esse motivo encontram-se muitas vezes situadas em áreas rurais de baixa densidade demográfica. Devido a essa característica, a construção dessas usinas demanda maior quantidade de mão de obra, e gera potencial para a capacitação e emprego de populações rurais em diversas localidades (JINGURA; MATENGAIFA, 2009). Além da geração de empregos na construção, a maioria de caráter temporário, há oportunidades de empregos na operação e manutenção (O&M) destes projetos, em menor número, mas de longa duração (DEL RIO; BURGUILLO, 2008).

O potencial para criar emprego e as receitas resultantes, especialmente em áreas marginais, como são as áreas rurais, constituem pontos fortes dos sistemas descentralizados de pequena escala de produção de bioenergia. Apesar do potencial de trazer diversos benefícios

para o desenvolvimento local e regional, o incentivo às fontes renováveis de energia não deve ser considerado como uma política de desenvolvimento, mas sim uma prática que, se aplicada em conjunto com outras políticas sociais, poderá trazer imensa colaboração para o desenvolvimento destas comunidades (DEL RÍO; GUAL, 2004; DEL RÍO; BURGUILLO, 2009).

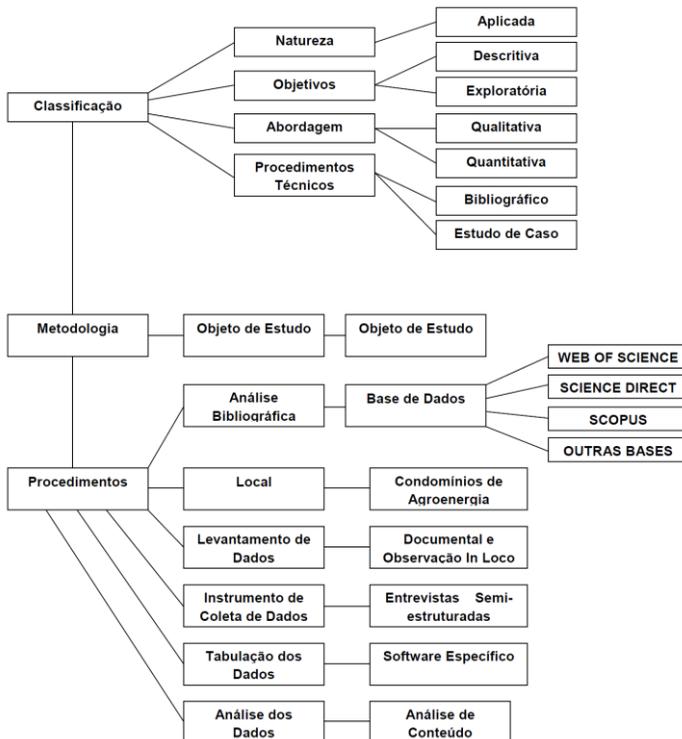
Os sistemas descentralizados de bioenergia podem envolver as comunidades locais no desenvolvimento de diversos projetos de bioenergia e por isso criar a oportunidade para construir ou reforçar a cooperação dentro da comunidade (CHAKRASALI; SHALAVADI et al. 2011). Os sistemas descentralizados também fornecem serviços de energia, essenciais para criar condições de apoio à sobrevivência humana especialmente em países em desenvolvimento. A natureza de pequena dimensão dos casos disponibiliza mecanismos de aprendizagem social através de experiências operacionais, da interação dos diferentes interessados, e do conhecimento mais formal das atividades desenvolvidas.

A implantação de projetos de energia sustentável tem impacto positivo sobre a segurança do fornecimento de energia, proporciona economias financeiras e maior conforto e tem um efeito multiplicador de novos postos de trabalho, envolvendo pequenas e médias empresas. Portanto, a integração de projetos de energia sustentável em processo de desenvolvimento regional pode criar o efeito externo positivo sobre aumento da segurança energética e outros objetivos de desenvolvimento regional (redução do desemprego, redução do impacto ambiental, etc.) (KONZEN, 2006; KLEVAS; STREIMIKIENE; KLEVIENE et al. 2009).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O rigor em torno do método tem caracterizado o desenvolvimento da ciência e isso implica que sejam descritos os passos seguidos em torno de um estudo que almeje o status de científico. Este capítulo é destinado para descrever as características da pesquisa, o aporte metodológico, a fim de mostrar o caminho percorrido para a realização da mesma, os conceitos relacionados e também cada uma das etapas da coleta de dados, até a consecução dos objetivos propostos e dos resultados obtidos no estudo.

Figura 12: Roteiro do estudo científico



Fonte: Autoria Própria

O capítulo está estruturado em seis seções. A seção 3.1 Classificação da pesquisa que tem por finalidade caracterizar a pesquisa segundo os métodos empregados, a fim de saber como os dados foram

obtidos, bem como os procedimentos adotados em sua análise e interpretação; a seção 3.2 busca-se apresentar os elementos norteadores para a coleta de dados da pesquisa; trata do instrumento de pesquisa e o procedimento para a construção dos roteiros de pesquisa, a seção 3.3 apresenta a legitimação do roteiro de pesquisa com a análise dos especialistas; a seção 3.4 descreve a forma que se deu a análise dos dados, os conceitos que embasam a análise a fim de explicitar os procedimentos operacionais para a obtenção dos dados; a seção 3.5 apresenta a justificativa e descrição do ambiente de pesquisa; a seção 3.6 realiza uma síntese conclusiva da metodologia.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A metodologia consiste na explicação minuciosa, detalhada, de toda ação desenvolvida no método (caminho) do trabalho de pesquisa. Todo o trabalho científico exige um embasamento teórico e metodológico para dar-lhe sustentação. Segundo Lakatos e Marconi (2010, p. 83), método científico significa “conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo”. Ainda, Laville e Dionne (1999, p. 335) definem método como “conjunto dos princípios e dos procedimentos aplicados pela mente para construir, de modo ordenado e seguro, saberes válidos”.

Cauchick (2007) descreve que uma abordagem metodológica adequada compreende diferentes níveis de profundidade e abrangência. O autor faz uma analogia com a literatura sobre planejamento estratégico, desta forma, pode-se considerar que algumas decisões são de ordem estratégica (no que diz respeito às decisões referentes à escolha da abordagem mais adequada ao endereçamento da questão de pesquisa), enquanto que outras são de nível tático ou operacional (relativo aos procedimentos de condução da pesquisa). Desta forma, a seguir serão discutidas as formas como se dará a condução desta pesquisa.

O método escolhido para esta pesquisa foi o **dedutivo**. Uma vez que se caracterizam como pesquisas dedutivas aquelas nas quais “[...] uma estrutura conceitual e teórica é desenvolvida e depois testada pela observação empírica; portanto, os casos particulares são deduzidos a partir de inferências gerais” (COLLIS; HUSSEY, 2005, p. 27).

Para a análise entre competitividade e condomínios de agroenergia, utilizaram-se procedimentos técnicos como a **pesquisa bibliográfica**, buscando-se material publicado anteriormente, principalmente de livros, monografias, dissertações, teses, artigos de

periódicos e materiais disponibilizados no portal dos Periódicos da Capes sobre os assuntos.

A presente pesquisa foi classificada, quanto à natureza como uma **pesquisa aplicada**, pois pretende gerar conhecimento visando o uso ou emprego prático, orientada para solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais. A denotação “aplicada”, segundo Collins e Hussey, (2005, p. 27), é designada para a pesquisa “que foi projetada para aplicar suas descobertas a um problema específico existente”. Este problema no presente estudo diz respeito à competitividade e na concepção de Condomínios de Agroenergia no âmbito rural.

Do ponto de vista de seus objetivos a pesquisa se enquadra como uma pesquisa **exploratória e descritiva**, pois se pretende ampliar o nível de conhecimento do problema a ser estudado. Segundo Gil (2010) a pesquisa exploratória visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico; entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; análise de exemplos que estimulem a compreensão.

Em relação ao quesito abordagem do problema o presente trabalho enquadra-se como uma pesquisa **predominantemente qualitativa e quantitativa**, que corresponde a questões muito particulares do processo de concepção de condomínios de agroenergia no âmbito rural, na qual não se consegue quantificar. Considera-se que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido somente em números, sendo que envolvem categorias que denotam uma carga histórica, cultural, política e ideológica que não pode ser contida apenas em uma fórmula numérica ou em um dado estatístico (RICHARDSON, 1999).

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, a mesma será através de pesquisa bibliográfica, a partir de material já publicado, constituído de livros, artigos de periódicos, bases de dados científicos, anais de congressos e eventos e com material disponibilizado na Internet. Outro procedimento técnico utilizado será o estudo de caso, que é um método de pesquisa que utiliza, geralmente, dados qualitativos, coletados a partir de eventos reais, com o objetivo de explicar, explorar ou descrever fenômenos atuais inseridos em seu próprio contexto. Caracteriza-se por ser um estudo detalhado e exaustivo de poucos, ou mesmo de um único objeto, fornecendo conhecimentos profundos (EISENHARDT, 1989; YIN, 2009). O estudo de caso é útil para investigar novos conceitos, bem

como para verificar como são aplicados e utilizados na prática elementos de uma teoria. (YIN, 2009)

3.2 PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS

A etapa da pesquisa que se inicia e aplica os instrumentos elaborados e das técnicas selecionadas, é a coleta de dados. De acordo com Gubiani (2013) a coleta de dados trata da aplicação da pesquisa de campo. Nesta pesquisa, a coleta de dados se divide em duas etapas: coleta de dados primária e secundária.

As coletas de dados secundários referem-se a uma avaliação documental, na análise de conteúdo das informações disponíveis como técnicas de identificação semântica dos dados necessários a pesquisa, afirma Gubiani (2013). Porém, análise de conteúdo visa a verificar hipótese e descobrir o que está por traz do conteúdo de cada variável, produzir inferência sobre o dado (MINAYO, 2007). Nesta primeira etapa da pesquisa foi utilizada como técnica de **documentação indireta**, para realização da pesquisa bibliográfica, onde foram analisados artigos científicos das principais bases de dados (ISI WEB OF SCIENCE, SCOPUS, EBSCO, SCIELO), boletins informativos dos 03 casos estudados, atas das reuniões da criação dos condomínios de agroenergia (pesquisa documental), sites com notícias sobre os casos e revistas técnicas sobre o assunto.

No que se refere à coleta de dados primários, o instrumento básico utilizado foi o roteiro de entrevista semiestruturada com perguntas abertas. Para Triviños (1987, p. 146) “a entrevista semi-estruturada tem como característica questionamentos básicos que são apoiados em teorias e hipóteses que se relacionam ao tema da pesquisa”. Os questionamentos dariam frutos a novas hipóteses surgidas a partir das respostas dos informantes. O foco principal seria colocado pelo investigador-entrevistador. Complementa o autor, afirmando que a entrevista semi-estruturada “[...] favorece não só a descrição dos fenômenos sociais, mas também sua explicação e a compreensão de sua totalidade [...]” além de manter a presença consciente e atuante do pesquisador no processo de coleta de informações. (TRIVIÑOS, 1987, p. 152)

Para Manzini (1990/1991, p. 154), a entrevista semi-estruturada está focalizada em um assunto sobre o qual confeccionamos um roteiro com perguntas principais, complementadas por outras questões inerentes às circunstâncias momentâneas à entrevista. Para o autor, esse tipo de entrevista pode fazer emergir informações de forma mais livre e as respostas não estão condicionadas a uma padronização de alternativas.

Na segunda etapa da pesquisa utilizou-se a técnica da **documentação direta** do tipo **intensiva**, usufruindo-se dos seguintes procedimentos:

- 1) realização de entrevistas semi-estruturadas junto aos atores diretos e indiretamente envolvidos com o processo de criação e gerenciamento dos condomínios de agroenergia. Foram entrevistados os gestores dos projetos, pesquisadores da temática, representantes do governo, técnicos, objetivando conhecer a importância dada por estas instituições às alternativas de desenvolvimento com foco na concepção deste tipo de projetos.
- 2) utilização de técnicas de **observação não participante**, de entrevistas **semi-estruturadas**.

O próximo item traz o detalhamento do instrumento de pesquisa.

3.2.1 Instrumento de pesquisa

Três roteiros de entrevistas com perguntas abertas foram utilizados como instrumento de pesquisa para o levantamento dos dados (LAKATOS; MARCONI, 2010), estes instrumentos, de cunho exploratório, por meio de entrevista semiestruturada, foi elaborado a fim de levantar dados acerca dos condomínios de agroenergia e seus processos. Dois destes roteiros (APÊNDICE A, APÊNDICE B) foram aplicados aos responsáveis pela gestão do condomínio de agroenergia e para os produtores rurais integrantes do sistema, respectivamente. Já o terceiro roteiro de pesquisa, de cunho complementar, teve o objetivo de obter maior detalhamento das informações sobre o objeto de estudo com pesquisadores da área.

O próximo item apresenta os procedimentos para a construção do roteiro da entrevista.

3.2.2 Procedimentos para construção dos roteiros de entrevistas

A partir da fundamentação teórica foi possível abstrair pressupostos que pudessem servir de norteadores para o desenvolvimento da pesquisa, agrupando variáveis possíveis de serem identificadas nos quatro níveis da competitividade a fim de atingir o construto competitividade.

Quadro 6: Pressupostos norteadores para o desenvolvimento da pesquisa

Conteúdo	Nível	Pressupostos	Variáveis da Pesquisa a serem identificadas	Desdobramento operacional das variáveis (Questões)
Competitividade	Méso	Integração e coesão social quanto à presença de um setor, especialmente frutífero, capaz de competir no mercado global, e o ponto de partida para que este se torne efetivamente competitivo.	<ul style="list-style-type: none"> - Modelo nacional de desenvolvimento - Sistema Nacional de Inovação - Identidade Regional - Capacidade estratégica de atores regionais - Capacidade de cooperação de atores locais - Infra-estrutura - Ambiente criativo - Presença de fornecedores capazes - Presença de setores correlatos competitivos - Patrocinar encontros entre membros do condomínio - Encorajar esforços para atrair fornecedores e prestadores de serviços - Encorajar associação de Agricultores - Encorajar associação de fornecedores locais e atrair investidores para fornecer insumos e outros fatores de produção. - Condições básicas macroeconômicas (opções de financiamento) - Política Orçamentária Sólida - Capacidade do governo para investimentos - Ambiente atrativo - Qualidade de vida - Criar normas regulamentares e selificações - Criar normas regulamentares favorecendo a inovação - Patrocinar atividades de testes e certificação - Atrair como comprador sofisticado - Trabalhar em conjunto com governo de modo a encorajar a inovação - Constituir organizações de testes e normalização 	<p>A1.1 A1.4 A1.7 A1.10 A1.12 A1.15 A1.16 A1.17 A1.18 A1.19 A1.23 A1.24 A1.25</p> <p>A2.1 A2.2 A2.6 A2.8 A2.9 A3.7 A3.8 A3.9 A3.10</p>
	Micro	Apesar de terem caráter mais horizontal, os componentes do nível macro impactam sobremaneira na competitividade de um setor.	<ul style="list-style-type: none"> - Promoção de novas tecnologias - Promoção de inovação e desenvolvimento - Política ambiental voltada aos setores - Promoção econômica regional - Centro de demonstração de tecnologia - Instituto de pesquisa e desenvolvimento - Associação de produtores locais e do mercado de trabalho - Instituições de formação - Centros de tecnologia e de novos empreendedores - Associações competentes - Quantidade e custo (matérias-primas, recursos humanos, tecnologia, capital, etc.) - Qualidade - Programas de educação e treinamento - Implantar pesquisas relacionadas ao condomínio de agroenergia - Prover informações sobre o condomínio de agroenergia - Prover infra-estrutura - Influir nos currículos educacionais - Patrocinar pesquisas universitárias - Manter vínculos estreitos com gestores da infra-estrutura - Desenvolver parcerias - Coletar informações sobre a rede 	<p>A1.2 A1.6 A1.9 A1.16 A1.13 A1.18 A1.21 A1.23 A1.24 A1.25</p> <p>A2.3 A2.6 A2.8 A2.9 A3.1 A3.2 A3.3 A3.4 A3.7 A3.8 A3.9 A3.10</p>
	Micro	E preponderante para a competitividade a efetividade e desempenho dessas variáveis intereconômicas.	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminar barreiras à competição local - Operar de modo eficaz o governo para o condomínio - Atrair investimentos - Promover exportações - Estimular comercialização conjunta - Colaborar com governo na promoção das exportações - Divulgar o condomínio de agroenergia 	<p>A1.5 A1.18 A1.13 A1.14 A1.19 A1.24 A1.25</p> <p>A3.8 A3.9 A3.10</p>

Fonte: Autor

Com base nas variáveis possíveis de serem identificadas nos quatro níveis da competitividade a fim de atingir o construto competitividade

foram elaboradas perguntas que direcionassem as respostas buscadas pelo estudo (variáveis de pesquisa). Onde se lê A1.1, representa que a primeira pergunta (1) do Apêndice A, pode ser o caminho para identificação da variável a ser identificada. Assim por diante, onde se lê A2.1, representa a primeira pergunta (1) do Apêndice B, onde se lê A3.1, representa a primeira pergunta (1) do Apêndice C.

3.3 LEGITIMAÇÃO DO MODELO – ANÁLISE DE ESPECIALISTAS

A validação do rol de perguntas elaboradas nos três roteiros de entrevista semiestruturada para a identificação das variáveis de pesquisa foram submetidas para a validação por especialistas (5 docentes e 3 pesquisadores da área de estudo), que o avaliaram quanto à construção e conteúdo.

Após a validação por parte dos especialistas, seguiu-se para a coleta dos dados por meio das entrevistas semiestruturadas. A seguir, será abordado como se deu a análise e tabulação dos dados.

3.4 ANÁLISE E TABULAÇÃO DOS DADOS

A partir das respostas obtidas com a aplicação das entrevistas foi possível realizar algumas análises a fim de se chegar a conclusões relacionadas aos objetivos da pesquisa.

Os dados coletados pelas entrevistas foram agrupados, a fim de reunir e organizar cada item dentro do sua respectiva categoria e dimensão.

A tabulação das questões da entrevista foi feita através dos passos de Fagundes (2009): i) agrupamento das respostas de todas as entrevistas, por questão; ii) criação de subitens (tópicos específicos) dentro de cada questão, visando contemplar grupos de respostas semelhantes para uma mesma pergunta; iii) determinação do número de respostas citadas (repetidas ou não) dentro de cada tópico específico criado; iv) elaboração do resumo de cada tópico e cálculo das respectivas representatividades percentuais.

A análise de conteúdo de Bardin (1977) comenta que esta análise pode ser feita em cinco etapas, sendo elas: organização da análise; codificação; categorização; inferência e tratamento.

A organização da análise divide-se em três fases: a pré-análise (é a fase de organização propriamente dita, que corresponde a um plano de análise para as respostas das entrevistas); exploração do material (consiste essencialmente de operações de codificação, enumeração em função das

regras estabelecidas pela pré-análise); tratamento dos resultados obtidos e interpretação (os resultados brutos são tratados de maneira a serem significados e válidos. Podendo, utilizar operações estatísticas simples e complexas, permitindo criar quadros de resultados, diagramas, figuras e modelos. Os resultados obtidos podem ser confrontados sistematicamente com o material e tipo de inferências alcançadas, servindo de base a outra análise disposta em torno de novas dimensões teóricas) (BARDIN, 2010).

A codificação corresponde a uma transformação dos dados brutos do texto, transformação esta que, por recorte, agregação e numeração, permite atingir uma representação do conteúdo. A categorização é uma operação de classificação de elementos constituídos de um conjunto por diferenciação e por reagrupamento segundo o gênero, com os critérios previamente definidos (BARDIN, 1977).

A análise de conteúdo constitui um bom instrumento de indução para se investigar as causas (variáveis inferidas) a partir dos efeitos (variáveis de inferência ou indicadores, referências no texto), embora o inverso, prever os efeitos a partir de fatores conhecidos, ou que esta ao alcance das capacidades. As inferências podem ser de natureza diversa, sendo as principais: i) inferência específica: quando se procura responder uma pergunta; ii) inferência geral: quando se pretende saber se existe uma lei relacional (MINAYO, 2007).

E por último o tratamento com a ordenação nos seguintes casos: i) A unidade da análise é a palavra, o indicador é frequencial (número de vezes em que a palavra ocorre); ii) A análise é complexa e comporta um grande número de variáveis a tratar em simultâneo (número elevado de categorias e unidades a registrar); iii) Deseja-se efetuar uma análise de co-ocorrências (aparência de duas ou várias unidades de registro na mesma unidade de contingência); iv) A investigação implica várias análises sucessivas, o ordenador permite preparar os dados e armazená-los para usos sucessivos; v) A análise necessita no fim da investigação de operações estatísticas e numéricas (BARDIN, 2010).

3.5 DESCRIÇÃO DO AMBIENTE DA PESQUISA

Os três estudos de casos foram estudados por meio de visitas técnicas e foram operacionalizados conforme descrito abaixo. Cabe salientar, que cada visita foi agendada com períodos de antecedência por meio de telefonemas, troca de e-mails, participação em projeto sobre biogás no âmbito da União Européia (projeto AGROGAS) e conversas com os coordenadores dos condomínios de agroenergia. Antes de ter acesso aos locais da pesquisa de campo, o pesquisador teve que

sensibilizar os responsáveis a respeito do teor e importância da pesquisa. Para a intervenção nos casos estudados no exterior, foi realizado entre Março e Agosto de 2014 um período de estágio Doutoral na Escola de Engenharia Industrial da Universidade do Minho, campus Azurém na cidade de Guimarães/Portugal.

Para o presente trabalho foram estudados três casos, os quais foram implantados nos seguintes países: Espanha (Planta de Biogás de Ultzama), Alemanha (Planta de Biogás de Steinfurt) e Brasil (Condomínio de Ajuricaba/PR).

O estudo da experiência da Planta de Biogás de Ultzama foi realizado através de visitas a campo no município de Ultzama, na Comunidade Autônoma de Navarra - Espanha. A primeira visita foi realizada em Maio de 2014, a qual ocorreu no âmbito do projeto AGROGAS – A metanização como meio para a diversificação dos recursos energéticos nos setores da agricultura, produção animal e agroindústria, organizada por um dos sócios do projeto, a Fundação Fundagro, e teve por objetivo o conhecimento da experiência para uma maior familiarização com o objeto de estudo. Nesta primeira visita, que teve duração de 2 dias, conheceu-se alguns atores (técnicos, agricultores, sócios convidados, diretoria) e acompanhou-se os trabalhos rotineiros – visita a campo para conhecer o funcionamento da planta de biogás. Foram feitas também, algumas entrevistas não estruturadas com técnicos e agricultores, uma entrevista semiestruturada com o responsável pela gestão da Planta de Biogás, e duas entrevistas com pesquisadores da área, visando obter uma compreensão geral do projeto. Obteve-se acesso a documentos de gestão, como o estatuto, regimento interno, boletins informativos, que serviram de subsídios para compreensão do processo de desenvolvimento local.

Uma segunda visita ocorreu em Junho de 2014 e teve duração de 5 dias, a qual contemplou a visita de 5 produtores participantes do projeto e novamente o responsável pela gestão da planta de Biogás. Neste período foram feitas entrevistas semiestruturadas, com questionamentos sobre o surgimento da proposta, constituição do projeto e envolvimento dos atores, parcerias e viabilidade econômica. Todas as entrevistas foram gravadas e transcritas.

Com relação ao estudo de caso implantado na Alemanha, a visita ocorreu no mês de Junho de 2014 e teve duração de sete dias no município de Steinfurt. Na ocasião, buscou-se conhecer e compreender o projeto que está implantado desde 2005, projeto este focado no desenvolvimento rural e agropecuário. Na ocasião foi entrevistado o coordenador geral do projeto, o técnico responsável pela planta de Biogás, cinco produtores

participantes do projeto. Obteve-se acesso a documentos de gestão, como o estatuto, regimento interno, boletins informativos, notas técnicas.

Na Alemanha, foi realizada uma segunda visita, a qual ocorreu no mês de julho de 2014 na cidade de Leipzig. Por um período de 3 dias, foram realizadas pelo pesquisador entrevistas com especialistas do DBFZ (Centro Alemão de Pesquisa em Biomassa) e visitou-se uma planta piloto de estudos. Para melhor compreensão, o DBFZ foi fundado em 28 de fevereiro de 2008 na cidade de Berlim. O Governo Federal, representado pelo Ministério Federal da Alimentação e Agricultura (BMEL) é o único acionista da DBFZ.

No Brasil, a primeira visita ao caso de estudo ocorreu no mês de Dezembro de 2013 e teve duração de sete dias. Primeiramente, foi visitado o Centro de Estudos do Biogás, que visa servir de fonte de informações e referencial de dados técnico-científicos sobre toda a cadeia de suprimentos do biogás, como um produto da economia rural e agroindustrial na América Latina, localizado no PTI – Parque Tecnológico de Itaipu, no município de Foz do Iguaçu. Também neste período, buscou-se aprofundar o conhecimento e compreender o projeto implantado no município de Marechal Candido Rondon/PR realizando uma primeira visita in loco. No mês de Agosto de 2014, realizou-se outra visita in loco ao Condomínio de Agroenergia, na qual foram entrevistados o coordenador da iniciativa e dez produtores rurais integrantes do projeto.

No apêndice 01 encontram-se as perguntas relacionadas aos coordenadores dos projetos; no apêndice 02 as perguntas direcionadas aos agricultores participantes dos projetos; no apêndice 03 as perguntas direcionadas aos pesquisadores da temática.

3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foram apresentados os procedimentos metodológicos seguidos para a elaboração dos objetivos desta tese. O capítulo também trata da caracterização da pesquisa, segundo as escolhas realizadas quanto à metodologia científica empregada no trabalho, seguindo bases conceituais de Bardin (1977), Lakatos e Marconi (2010), Silva e Menezes (2001), Minayo, Delandes e Gomes (2007), Fachin (2005) e Gil (2010).

4 ESTUDOS DE CASOS

Este capítulo apresenta uma descrição de 03 iniciativas na concepção de condomínios de agroenergia para aproveitamento dos resíduos gerados na agricultura que foram objeto de estudo e análise desta pesquisa.

4.1 CONDOMÍNIO DE AGROENERGIA – SANGA AJURICABA - BRASIL

4.1.1 O Local da pesquisa de campo: breve caracterização

Nesta seção apresenta-se uma breve caracterização da região onde está situado o projeto do Condomínio de Agroenergia para agricultura familiar – Sanga Ajuricaba.

O projeto foi implantado no município de Marechal Cândido Rondon, localizado na Mesorregião Geográfica Oeste Paranaense e na Microrregião de Toledo (Figura 13), tendo como limites ao norte com o município de Mercedes, a nordeste com Nova Santa Rosa, a leste com Quatro Pontes, a sudeste com Toledo e Ouro Verde do Oeste, a sudoeste com Pato Bragado, ao sul com São José das Palmeiras e Entre Rios do Oeste e com a República do Paraguai (Lago de Itaipu) a oeste.

Figura 13: Localização do município de Marechal Cândido Rondon/PR

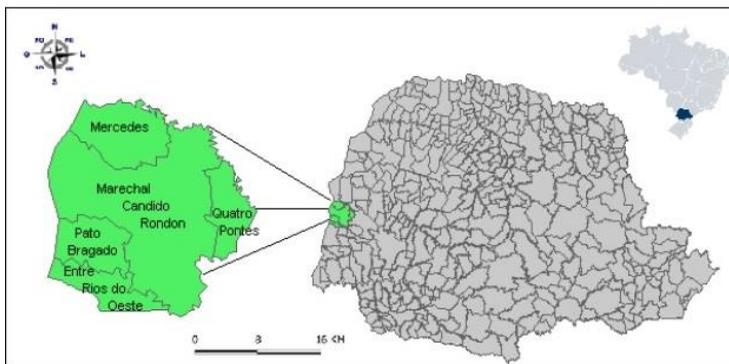


Fonte: IPEADATA (2012)

A ocupação do território local foi principalmente de imigrantes alemães e italianos, estimulada a partir das ações da Empresa Colonizadora, denominada Industrial Madeireira Rio Paraná S/A – Maripá, em meados dos anos cinquenta. A busca do alargamento da fronteira agrícola, aliada à proposta de exploração da erva mate, a policultura de subsistência, foram determinantes à formação do núcleo populacional que deu origem ao município de Marechal Cândido Rondon (FERRARI, 2009).

O município de Marechal Cândido Rondon possui um território de 748 km² e conta com uma população total de 47.697 habitantes, tendo uma densidade demográfica de 63,77 hab./km² (figura 14) (IBGE, 2012). Seu clima é subtropical úmido mesotérmico com verões quentes e geadas pouco frequentes, com tendência de concentração de chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida. A média das temperaturas dos meses mais quentes é superior a 22 graus centígrados e a dos meses mais frios é inferior a 18 graus centígrados (FERRARI, 2009).

Figura 14: Localização geográfica dos municípios da microrregião de Marechal Cândido Rondon/PR



Fonte: IPEADATA (2012)

O município tem sua economia baseada na agricultura/agropecuária (soja, mandioca, milho, frutas, fumo, feijão, gado de leite, aves, suínos, etc.), na agroindústria (laticínios, alimentos), na indústria (extrativa, transformação, móveis, alimentos) e nos serviços (FERRARI, 2009). Conforme dados do IBGE (2013), o município destaca-se pela produção agropecuária, sendo que os efetivos de rebanhos mais expressivos do município são galináceos (galinhas, frangos, galos e pintos), seguido pela produção de suínos, bovinos e vacas ordenhadas.

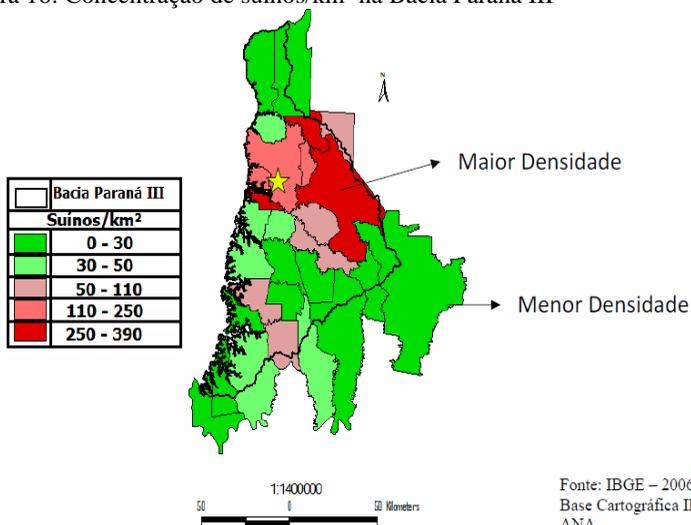
É uma região privilegiada, rica em recursos naturais, biodiversidade, abundância de água e excelentes solos. Porém, como toda fronteira agrícola, também sofreu as consequências do desmatamento acelerado e da ocupação territorial desordenada, ocorridos com mais intensidade a partir de 1950, resultado inclusive das políticas agrícolas em vigor no país. Com o tempo, os passivos ambientais começaram a aparecer, como a desflorestação da mata nativa, a erosão do solo e a contaminação das águas com dejetos de animais, agrotóxicos, esgotos e lixos.

A partir de 1982, ano em que se formou o reservatório da Itaipu Binacional, tiveram início estudos para monitorar as condições da água de toda a bacia. Em 2003, após ser redefinido o planejamento estratégico da Itaipu Binacional foi criado um programa alinhado a sua nova missão, que incluiu a responsabilidade socioambiental e o desenvolvimento sustentável, o Programa Cultivando Água Boa, um programa de cuidado com a água, concebendo um movimento pela sustentabilidade.

Neste contexto, a Itaipu identificou cinco problemas na Bacia Hidrográfica do Paraná III: Assoreamento, Eutrofização, Mexilhão dourado, Agrotóxicos e Desmatamento. Dentre os principais problemas encontrados, a eutrofização, juntamente com a contaminação do solo, carregam também para as águas do reservatório fertilizantes e matéria orgânica provenientes da agropecuária, suinocultura, avicultura e dejetos das populações urbanas da região. Isso acaba por provocar a proliferação de algas e plantas aquáticas, algumas inclusive tóxicas, que degradam o ambiente do reservatório, impactando nos seus ecossistemas.

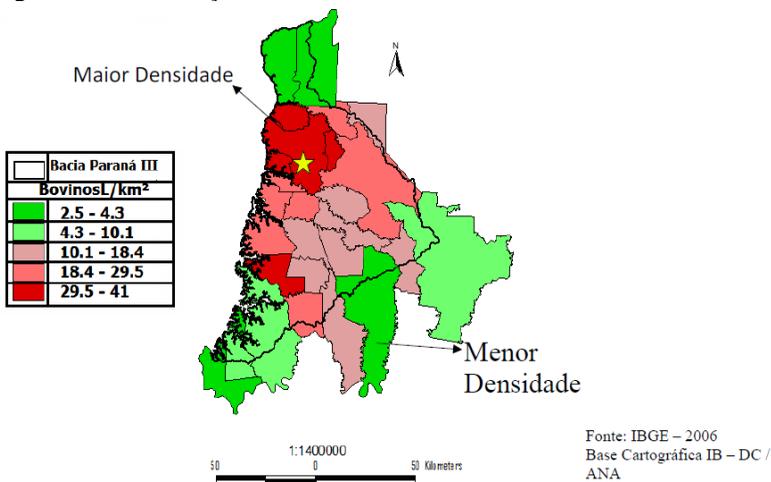
Na localização da Bacia Hidrográfica Paraná III destaca-se a produção agropecuária, sendo que os efetivos de rebanhos mais expressivos são: a produção de suínos, seguidos pela produção de bovinos e vacas ordenhadas. Na Figura 16 e 17 pode-se visualizar a quantidade de suínos e bovinos distribuídos por km², respectivamente. Visualizando as figuras é possível identificar quem em determinada localização ocorre uma maior densidade de animais por km².

Figura 16: Concentração de suínos/km² na Bacia Paraná III



Fonte: IBGE, 2006 – Base Cartográfica IB-DC/ANA

Figura 17: Concentração de bovinos/km² na Bacia Paraná III



Fonte: IBGE, 2006 – Base Cartográfica IB-DC/ANA

Desta percepção, através de uma iniciativa conjunta, entre a ITAIPU Binacional, a SEAB (Secretaria de Estado da Agricultura e do

Abastecimento – Estado do Paraná), a EMATER (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural – Estado do Paraná) e o Município de Mal. Cândido Rondon com a parceria da Copel (Companhia Paranaense de Energia), da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), do IAPAR (Instituto Agrônomico do Paraná), do ITAI (Instituto de Tecnologia Aplicada e Inovação) e do FPTI (Fundação Parque Tecnológico Itaipu), resolveram instalar, no município de Mal. Cândido Rondon, um projeto para implantar um Condomínio de Agroenergia para Agricultura Familiar. Nas Figuras 16 e 17 a localização do condomínio está representada pelo símbolo “estrela”.

Segundo Itaipu Binacional (2009) o projeto “Condomínio de Agroenergia para a Agricultura Familiar” teve como principal objetivo promover a sustentabilidade das atividades agropecuárias da propriedade familiar através da valorização dos subprodutos biogás e biofertilizante resultante do tratamento sanitário dos efluentes orgânicos destas atividades por processo de biodigestão, tendo como finalidade de gerar energia elétrica, como consequência os créditos por redução de gases do efeito estufa e estabelecimento de uma estratégia de fertilidade dos solos.

As instituições acima relacionadas formularam uma proposta de programa interinstitucional para organizar esforços humanos, tecnológicos, materiais e financeiros, para viabilizar tal necessidade, uma vez que, a biomassa residual mencionada, pelos impactos ambientais que produz, é tradicionalmente vista como um incômodo para a sociedade, pelas administrações públicas e um passivo ambiental de difícil recuperação para produtores do agronegócio e pela agroindústria. Contudo, pelo potencial de energia que contem pode estabelecer uma nova fonte de receitas para as atividades que a produzem, viabilizando a sustentabilidade dessas atividades, pois estas receitas possibilitam cobrir em todo ou em parte os serviços ambientais necessários para mitigar os impactos ambientais gerados.

Neste sentido, firmam-se no cenário das possibilidades de tratamento sanitário de biomassa residual – efluentes orgânicos, os processos de biodigestão, sendo sobejamente conhecidas e dominadas as fases destes processos. A biodigestão pode reduzir substancialmente a Demanda Química de Oxigênio de um efluente orgânico, que é o parâmetro que indica o seu potencial poluente. O efluente remanescente após a biodigestão, ainda que menos poluente, precisa passar por tratamento sanitário complementar ou ser disposto em solos de uso agropecuário em dosagens e métodos adequados, como biofertilizante.

Conforme exposto anteriormente, dois sub-produtos resultam de processos de biodigestão: O **biogás** que pode ser utilizado na geração de

energia elétrica pela sua conversão em micro-centrais termelétricas e na co-geração de energia térmica e ainda tendo como consequência habilitar o condomínio a concorrer ao acesso do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo obtendo-se créditos por redução de emissões de gases do efeito estufa. E o **biofertilizante** que pode ser utilizado em uma estratégia de aumento/manutenção da fertilidade dos solos da produção agrícola e/ou pastagens, que realizada de maneira adequada constitui-se na terceira possibilidade geração de renda oportunizada pelo mesmo sistema de tratamento sanitário.

Contudo, a escala de produção da biomassa residual, que é relacionada com o número de animais em cada propriedade, é limitante para viabilizar a valorização econômica dos sub-produtos mencionados. A maneira encontrada pelos participantes do presente projeto para assegurar aos agricultores familiares a perspectiva de viabilidade econômica representada pelos três novos ingressos foi a de associar os produtores geograficamente próximos, dotando as suas propriedades de biodigestores e canalizando o biogás produzido, sendo operados em forma condominial até uma Micro Central Termelétrica a biogás, a qual opera em forma de Cooperativa de geração de energia elétrica na qual a energia elétrica gerada será fornecida à rede oficial da Cooperativa de Eletrificação Rural e Desenvolvimento de Marechal Cândido Rondon (Cercar).

A metodologia operacional para fornecer energia elétrica à rede é denominada Geração Distribuída, que consiste na geração de energia próximo ao local onde ocorre a demanda. Esta metodologia está instituída no Brasil através do Decreto Presidencial 5.163/04, cuja complementação através de normas específicas ocorreu sob os auspícios da Itaipu e da Companhia Paranaense de Energia – Copel na seguinte sequência de atividades: (a) formação em julho/06 de uma força tarefa técnica interinstitucional para desenvolvimento da metodologia, (b) a homologação técnica, pela Copel, do projeto de conexão de energia gerada em uma MCT a biogás, localizada em São Miguel do Iguazu – PR, janeiro de 2008, (c) autorização pela Aneel permitindo a Copel adquirir mediante edital público, a energia de seis protótipos desenvolvidos pela Itaipu e seus colaboradores para confirmar os protocolos de proteção, segurança e sincronismo de geração em rede por Geração Distribuída através da nota técnica Aneel 0042 de Julho de 2008, (d) lançamento do edital de compra por Chamada Pública Copel CP-0005/1979, em janeiro de 2009, pelo qual a empresa selecionou os seis protótipos em referência e os contratou em 29 de janeiro de 2009.

Neste ínterim, a Secretaria Estadual de Agricultura e Abastecimento, em conjunto com a Diretoria da Emater - PR solicitaram apoio à Itaipu Binacional para desenvolver solidariamente um projeto de Condomínio de Agroenergia voltado à Agricultura Familiar do Estado do Paraná. Sendo obtido a partir de instrumentos e informações técnicas baseados na metodologia Geração Distribuída de energia elétrica com base em biogás e saneamento ambiental, de forma a incluir como produtores de energia também os agricultores familiares da Região Paraná III, com replicabilidade em outras regiões do Estado.

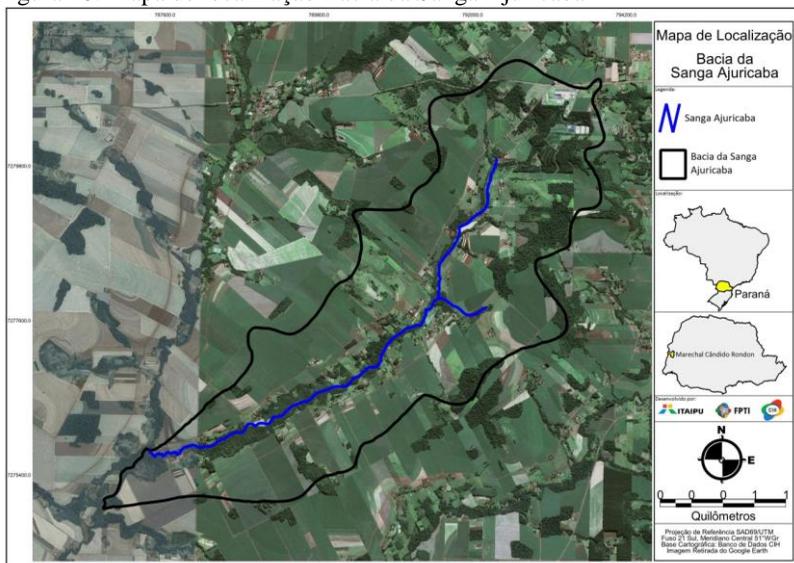
Releva notar, que intensifica a importância do projeto desenvolvido o fato de ter ocorrido em dezembro de 2008 a assinatura de um Memorando de Entendimento entre a Itaipu Binacional e a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (Unido), que prevê que na região da Bacia do Paraná 3, onde se insere o presente projeto, que seja instalada por estas instituições uma área de demonstração internacional de tecnologias relacionadas à fontes de energia renováveis. Isto faz com que este projeto também esteja inserido no contexto mundial de promoção e validação das tecnologias para geração de energia a partir de fontes renováveis.

4.1.3 Dinâmica de funcionamento

O projeto visou estabelecer um Condomínio Cooperativo de Agroenergia para Agricultura Familiar, tendo as seguintes características:

- Implantação de biodigestores nas propriedades integradas, localizadas na Bacia da Sanga Ajuricaba (Figura 18) com ramais de gasodutos individuais que transportem o biogás gerado nestes biodigestores até um gasoduto principal;
- Implantação de um gasoduto principal unindo os gasodutos individuais das propriedades a uma Micro Central Termelétrica (MCT) a biogás.
- Desenvolvimento de um Projeto Técnico para fornecimento da energia gerada na MCT à rede elétrica;
- Desenvolvimento de um projeto e demais dispositivos necessários para capacitar a MCT a obter créditos por redução de gases do efeito estufa e geração de energia com fonte renovável;
- Desenvolvimento de Projetos Técnicos Agronômicos para o uso dos dejetos tratados nos biodigestores individuais, em estratégias de fertilidade dos solos das respectivas propriedades.

Figura 18: Mapa de localização Bacia da Sanga Ajuricaba



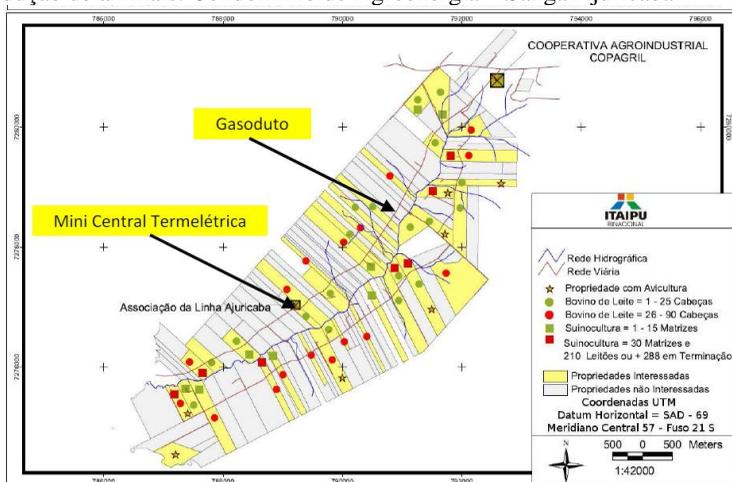
Fonte: Projeção de referência SAD69/UTM – Google Earth

O Condomínio de Agroenergia para a Agricultura Familiar teve por objetivo transformar problemas ambientais provocados pela agropecuária em oportunidade econômica, gerando renda extra e qualidade de vida.

- O Condomínio de Ajuricaba: características e operacionalização

A primeira atividade para a operacionalização do projeto foi definir os critérios de elegibilidade para a participação das propriedades no projeto. Foram realizados levantamentos dos dados referentes ao tamanho do plantel de suínos e bovinos nas propriedades da Bacia do Ajuricaba, sendo possível realizar um mapa de produtores interessados e com potencial de participação no projeto (Figura 19).

Figura 19: Mapa de produtores interessados no condomínio de agronegócios com produção de animais. Condomínio de Agroenergia – Sanga Ajuricaba



Fonte: Itaipu (2009)

Para um melhor entendimento do funcionamento do condomínio, será descrito as etapas de operacionalização do mesmo:

Cada uma das propriedades selecionadas para participação no projeto possui um biodigestor instalado. As propriedades que possuem bovinos foram instalados biodigestores do modelo desenvolvido por Pedro Kohler, chamado de BioKöhler, conforme Figura 20.

Figura 20: Biodigestor modelo BioKöhler implantado no condomínio de agroenergia – Sanga Ajuricaba



Fonte: Arquivo do autor

As propriedades com produção de suínos foram instalados biodigestores do modelo lagoa anaeróbica coberta (conforme Figura 21).

Figura 21: Biodigestor modelo lagoa anaeróbica coberta implantado no condomínio de agroenergia – Sanga Ajuricaba

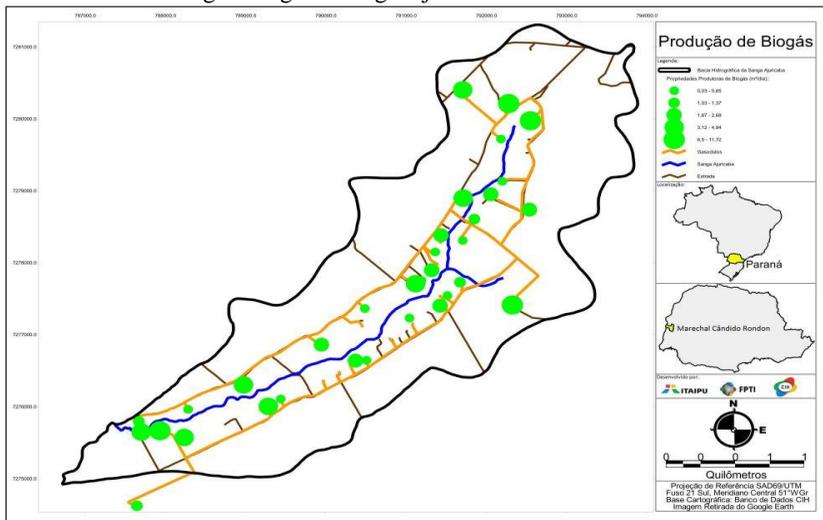


Fonte: Arquivos do autor

- Transporte do Biogás: Gasoduto

O condomínio de agroenergia produz 830m³/dia de biogás, transportado por 25,5km de gasodutos (rede de canalização) (Figura 22) ligados a uma microcentral termelétrica (MCT).

Figura 22: Visualização dos locais de produção de biogás e traçado do gasoduto no condomínio de agroenergia – Sanga Ajuricaba



Fonte: Itaipu (2009)

Figura 23: Gasoduto no condomínio de agroenergia – Sanga Ajuricaba



Fonte: Itaipu (2009)

O Biogás é transportado pelos gasodutos (Figura 23) até uma Micro Central Termelétrica (Figura 24), que é uma unidade integrada à Plataforma Itaipu de Energias Renováveis como uma Unidade de Demonstração. Na MCT, o biogás é convertido em energia elétrica por um motorgerador de 100kVA. A estrutura permite a instalação de quatro grupos motorgeradores. Visando a aumentar a concentração de metano e eliminar gás sulfídrico existentes no biogás, foi desenvolvida uma unidade de tratamento de biogás (UTB) também na MCT. O biogás, depois de filtrado (biometano), é aplicado no grupo motorgerador. O biometano permite, por exemplo, aplicar o biogás como combustível veicular.

Figura 24: Microcentral termelétrica à biogás implantada no condomínio de agroenergia – Sanga Ajuricaba

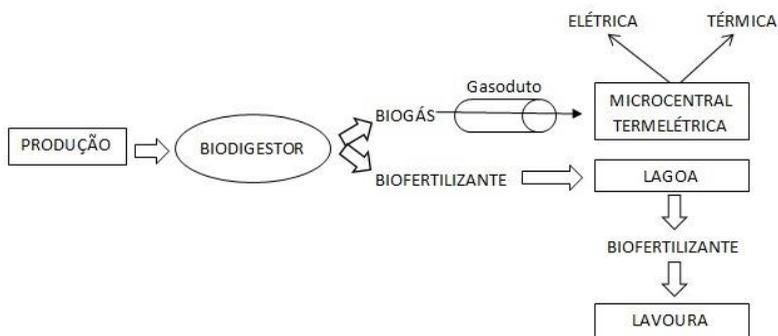


Fonte: Arquivo do autor

Para converter biogás em energia térmica foi instalado um secador de grãos comunitário na MCT. Assim, o próprio produtor seca os grãos, reduzindo o custo em até 90%.

A Itaipu demonstra a viabilidade de transmutar o passivo ambiental agropecuário em energia elétrica e fertilizantes colaborando com o compromisso que o país assumiu na Conferência Mundial do Clima de Copenhague, de diminuir entre 36% e 39% a emissão de gases de efeito estufa até 2020. A estimativa é que o Projeto Ajuricaba reduza 1,4 tonelada de CO₂/ano. Para sintetizar o processo de operação do estudo de caso segue Figura 25.

Figura 25: Visualização do processo de operação do condomínio de Agroenergia – Sanga Ajuricaba



Fonte: Autor

4.1.4 Custo e fonte de financiamento

O projeto foi implantado com investimento financeiro da Itaipu Binacional e contrapartidas operacionais da Prefeitura Municipal de Marechal Candido Rondon e mão de obra dos agricultores condôminos, ao custo de R\$ 2.817.000,00 (dois milhões oitocentos e dezessete mil reais). Entre os itens custeados pelo investimento, destacam-se: reforma da totalidade dos estábulos, implantação de 25 biodigestores, instalação de 22 quilômetros de gasoduto, construção da 01 unidade central para purificação do biogás e geração de energia (elétrica e térmica).

4.2 PLANTA DE BIOGÁS – ULTZAMA – NAVARRA-ESPANHA

4.2.1 O local da pesquisa de campo: breve caracterização

A Espanha é fortemente dependente da importação de energia. O petróleo e gás natural dominam o consumo de energia primária do país, enquanto as fontes renováveis de energia responderam por 9,4% desse consumo em 2010. A Espanha é o segundo país europeu com maior potência instalada e produção de energia renovável. Seu sucesso na promoção destas tecnologias de produção é dado, em grande medida, pelo quadro regulamentar utilizado (EurObserv'ER, 2010).

A Espanha é considerada o sexto país da União Européia em nível de produção de energia primária a partir do biogás (EurObserv'ER, 2010). Legislações sobre o tema impulsionaram a produção de energia a partir do biogás, neste sentido, foi estabelecido um regime tarifário para cada tipo de fonte de energia, possibilitando a venda de energia. A implantação dessa tecnologia é regulada por planos estratégicos e leis, podendo citar iniciativas como o Plano de Fomento de Energias Renováveis (PLAFER) e o Decreto 2818/98 em relação à produção de eletricidade em instalações que utilizam fontes renováveis de energia, resíduos e co-geração.

Tratando-se de resíduos animais, determinadas regiões possuem uma alta concentração de propriedades de criação de suínos e bovinos. Como em outros países a tendência é o sistema de produção intensivo (concentração dos animais e especialização da produção), o que significou um aumento no número médio de animais em cada propriedade, aumentando consideravelmente a produção de dejetos.

Navarra é uma comunidade autónoma da Espanha, cuja capital é Pamplona. Está localizada no norte da Espanha, onde possui 163 km de fronteira com a França. Possui uma área de 10.391,08 km².

Devido a sua localização geográfica, entre a França e o restante da península, entre a Catalunha, a Bacia do Mediterrâneo, e do País Basco, Navarra tem uma posição estratégica entre as diferentes áreas, facilitando o comércio de sua produção.

Figura 26: Localização de Navarra no continente Europeu



Fonte: Sancho (2009)

A comunidade autônoma de Navarra possui 643.864 habitantes. Com uma densidade demográfica de 61,7 pessoas por km². Do total, 42,3% da população vive em municípios com mais de 20.000 habitantes, ou seja, nos municípios de Pamplona, Tudela e Barañáin (as maiores cidades) e 39,2% em municípios de 2.000 a 20.000 pessoas, e 18,5% vivem em municípios com menos de 2.000 habitantes.

O território é composto basicamente por áreas de cultivo (35%), por áreas de pastagens (25%) e por florestas (30%). Apesar de um impacto relativamente pequeno sobre a geração de emprego (4,5%), o setor primário em Navarra possui um importante valor social e fornece excelente matéria-prima para o setor agroindustrial (SANCHO, 2009).

A grande variedade geomorfológica e climática de Navarra é tradicionalmente agrupada em três regiões agrárias de norte a sul: a Região de Montanhas, a Zona central e a região de Ribera, conforme figura abaixo.

Figura 27: Zonas agrárias de Navarra



Fonte: Sancho (2009)

A região de montanha é a principal área de pecuária de Navarra, devido ao seu clima, no qual ocorrem precipitações regulares de chuva, o que permite a abundância de pasto. As principais criações de animais nesta região são o Gado leiteiro, gado de corte e ovinos. A Zona Central é uma região agrícola, a qual reúne favoráveis condições de cultivo: grandes áreas planas, a influência do clima Mediterrâneo e solos férteis. Cereais, principalmente trigo e cevada, ocupam a maior área de cultivo. Há também grandes áreas dedicadas a plantação de girassol. Há ainda, a produção de vinhos, com rótulos reconhecidos dentro e fora da Espanha. Nas margens dos rios, diversas áreas são irrigadas, sendo dedicadas à produção de legumes e frutas. Já a região da Ribera se configura uma área de agricultura e pecuária. Também com a técnica de irrigação, legumes e frutas são as culturas mais importantes.

Navarra possui 42 zonas identificadas como Locais de Importância Comunitária (LIC), devido aos valores ambientais, que são necessários preservar. Na Espanha, conforme a Lei 42/2007, existem várias áreas do território nacional ou águas marítimas sob soberania ou jurisdição nacional, que contribuem significativamente para a manutenção ou, se for o caso, a recuperação dos tipos de habitats naturais e dos habitats de espécies de interesse que têm elevado valor ecológico em nível da EU (as chamadas áreas protegidas da rede Natura 2000).

4.2.2 Histórico da planta de biogás de Ultzama

Ultzama situa-se a 20 km do município de Pamplona, é reconhecida por produzir 24% do leite da comunidade autônoma de

Navarra e por ter se tornado uma região que apostou na geração de bioenergia. O Vale de Ultzama (onde se localiza a planta de biogás estudada) está incluído nas áreas de importância comunitária, conforme explicitadas acima, sendo uma área considerada de proteção ambiental. A área está inserida em dois LICs: LIC Belate y LIC Robledales de Ultzama.

O LIC Belate é um dos maiores LICs de Navarra, onde se localiza o Parque Natural Señorío de Bertiz. Ocupa uma área de aproximadamente 25.170 hectares, distribuídos no território de 14 municípios. Ultzama é o terceiro maior município com seu território inserido nesta área de preservação, com aproximadamente 3.341,27 hectares, representando 13,27% da área total, sendo que, toda a área é de atividade rural. As florestas com sua biodiversidade e campos de pastagens é a principal formação paisagística deste LIC.

A produção de gado leiteiro no meio rural forma uma paisagem composta por grama e prados, pequenos pomares de carvalho. Chama-se a paisagem do campo. É um sistema ecológico e econômico de grande interesse cultural e paisagístico muito ameaçado pelo abandono, mudanças no uso e emparcelamento. Do ponto de vista da conservação da biodiversidade, esta paisagem rural, dada a sua alta diversidade estrutural, é necessário garantir a disponibilidade de habitat adequado para a conservação de um número muito grande de espécies de animais selvagens, especialmente aves.

Já o LIC Robledales de Ultzama, ocupa uma área de 2.213 km² distribuídos entre os municípios de Ultzama (85%), Basaburua (14%) y Odieta (0,5%). O setor primário, principalmente tendo como base a criação de gado, representa 26,6% da economia, e sofreu um processo acentuado de concentração e intensificação das explorações pecuárias. As fazendas de gado leiteiro são as maiores geradoras de renda, como em termos de geração de emprego. As explorações pecuárias possuem um sistema de produção intensivo, gerando grandes quantidades de dejetos em pequenas áreas.

Como aspecto positivo deste setor, a produção de gado é mantida ao longo de décadas, seguindo a tradição desta atividade, e mesmo com a pressão de grandes explorações, ainda tem-se conservado grandes áreas de bosques e florestas. Ainda assim, foram identificados problemas que precisavam ser resolvidos para a conservação e proteção dos valores ambientais. Entre eles estão os problemas relacionados pelo acúmulo de dejetos, lamas e resíduos animais. Por esta razão têm sido realizados importantes esforços para resolver este problema.

Considerando os recursos ambientais que existem em Ultzama, nesta região tem-se originado uma série de medidas e projetos com o

objetivo de gerir adequadamente estes recursos e encorajar a conservação desta riqueza. Motivados por isto, o Conselho Municipal de Ultzama foi pioneiro para promover projetos com a finalidade de minimizar os impactos, o que tem sido um grande desafio para um município de apenas 1.500 habitantes.

4.2.3 A discussão do sistema de gestão dos dejetos no município de Ultzama

As tendências neste setor é a diminuição do número de propriedades que exploram a atividade, porém, predomina o aumento de tamanho das mesmas (capacidade de produção) das propriedades. Tradicionalmente a gestão dos resíduos produzidos nas propriedades é caracterizada da seguinte forma:

O território total disponível na região para a aplicação dos resíduos é insuficiente para absorver os dejetos produzidos; Há dificuldade de aplicação homogênea: propriedades produzem quantidade maior de resíduos do que suas áreas de terras disponíveis e vice-versa; O período para aplicação dos dejetos e chorume está limitado por dois aspectos: Clima - muitos meses de chuva e solos saturados. Podem ocorrer dificuldades de aplicação de novembro a maio (6 meses). Rotação de culturas: de maio a setembro (5 meses) não se aplicam dejetos e chorume; a dose máxima de aplicação de Nitrogênio oriundo dos dejetos está limitada pela legislação (250 kg/há), mesmo que as necessidades dos cultivos sejam maiores; poucas propriedades que possuem bovino leiteiro tem capacidade de armazenar todos os dejetos produzidos, a fim de cumprir com a legislação vigente.

Diante destas características, começou-se a estudar e analisar diversas alternativas para a gestão dos dejetos produzidos na região. Primeiramente, foi analisada a possibilidade de gestão individual dos dejetos em cada propriedade. A intenção era continuar com a sistemática, em que cada sistema de produção realizasse esta gestão de forma individual. Esta solução apresentou problemas como a necessidade de investimentos em lagoas individuais para aumentar a capacidade de armazenamento e permitir o cumprimento mínimo estabelecidos em lei.

Após, foi estudada a possibilidade de uma gestão coletiva, onde haveria um único local gestor destes dejetos. As vantagens desta solução seriam: não haveria necessidade de investimento individual, disponibilidade de área para a destinação dos dejetos, um único gestor teria a responsabilidade ambiental. A possibilidade para esta iniciativa de gestão conjunta dos dejetos produzidos era de recolher o dejetos em cada

propriedade por um meio de transporte (caminhão). Esta solução teria um custo de financiamento considerável que deveria ser assumido pelos produtores, porém, solucionaria o problema da insuficiência de locais para armazenamento deste dejetos nas propriedades.

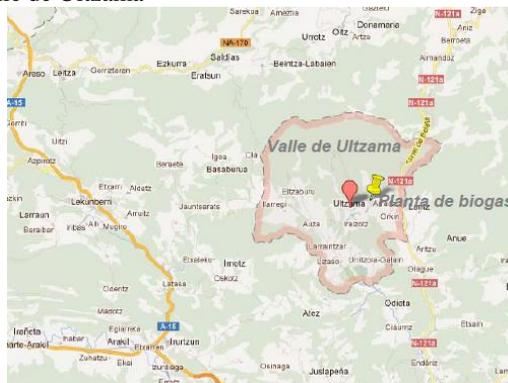
Outra forma analisada foi a possibilidade de recolher e realizar o tratamento do dejetos, a fim de valorização, obtendo valor agregado. Surge a iniciativa de implantação de uma planta centralizada de biogás. Com a produção e a venda de eletricidade seria possível a entrada de recursos para amortizar o investimento na construção da planta de biogás, manter a mesma em funcionamento e custear o transporte. Por outra parte, a venda de calor e vapor de água excedente poderia ser realizada à empresa consumidora destes produtos, situada próxima à área de implantação (Polígono Industrial de Ultzama) favorecendo a rentabilidade da planta.

Nesta percepção foi projetada e executada a implantação da planta de Biogás de ULTZAMA, idealizada pelo município de Ultzama, com apoio do Departamento de Agricultura e Inovação do Governo de Navarra.

Neste contexto, o projeto teve por objetivos:

- 1) Melhorar a gestão dos dejetos gerados pela atividade de criação de gado leiteiro pelas propriedades locais.
- 2) Produção de metano visando à geração de energia elétrica e térmica.
- 3) Proporcionar uma atividade econômica local.

Figura 28: Valle de Ultzama



Fonte: Google Earth (2014).

4.2.4 Dinâmica de funcionamento

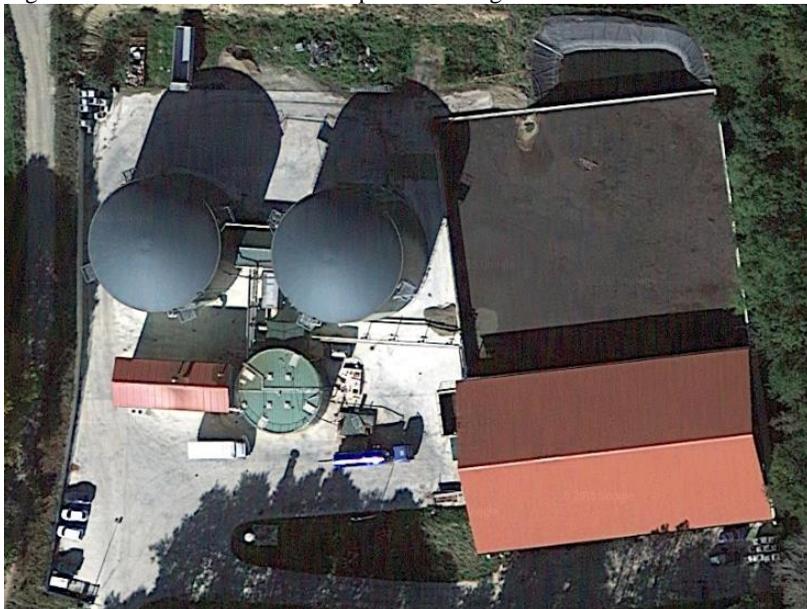
A planta de biogás em questão realiza a gestão dos dejetos gerados por 24 propriedades criadoras de gado leiteiro localizados nos Vales de Odieta, Basaburúa y Ultzama, situados na região atlântica de Navarra. Os números totais de animais em produção nestas propriedades são de aproximadamente 2700 cabeças. A planta tem uma capacidade de processamento de 80000 m³/ano de dejetos, gerando um fluxo diário de 220m³ de chorume. Desta forma, os dejetos produzidos nas propriedades são direcionados a planta de biogás, sendo que, a distância média das fazendas para a usina é de 10 km. A distância entre o mais distante e a operação da planta é de 25 km.

Foi constituída uma empresa, a Bioenergia Ultzama S.A, que é responsável pela gestão do tratamento dos dejetos, comercialização dos produtos oriundos do processo de biodigestão, manutenção das instalações e equipamentos, operacionalização da planta de biogás. Para que os agricultores envolvidos participassem de todas as decisões referente a gestão da planta, constituíram a Cooperativa ARITZALDE. Desta forma a cooperativa detêm de 42% do capital da empresa Bioenergia Ultzama S.A.

- A planta de biogás em Ultzama: características e operacionalização

As instalações da planta de Biogás em Ultzama (conforme Figura 29) possuem: 01 Depósito de recepção do dejetos, Homogeneizador e pré-aquecimento, dois digestores cilíndricos de 20,6 metros, com capacidade de 3300m³, Casa de bombas para impulsionar o biogás até os motores, 4 motores para a geração de energia elétrica de 125 kwh cada um, Depósito para o resíduo resultando do processo de digestão, Separador do resíduo bruto após passagem pelo processo de digestão. Sistema de "parafuso" (colímaco), Galpão coberto de 45 x 25 m² para o armazenamento da fase sólida. Tanque de 45 x 40 x 4 m³ de capacidade para o armazenamento da parte líquida, com cobertura flexível para impedir a entrada da água da chuva, Flare (queima de biogás em caso de excedente de produção).

Figura 29: Foto 1 - Panorâmica da planta de biogás



Fonte: Google Eahrt (2014)

Para um melhor entendimento do funcionamento da planta de biogás, descreve-se as etapas de operacionalização da mesma:

1) Recepção e homogeneização

A coleta dos dejetos das fazendas é realizada sob a responsabilidade do gestor da planta de Biogás. O recolhimento e o transporte dos dejetos das propriedades rurais até a planta de biogás é realizada por uma empresa local (contratada) através de dois caminhões tanques com capacidade de 24 e 18m³. Na chegada dos dejetos a planta, o dejetos é depositado em um tanque de recepção, onde o mesmo é homogeneizado e pré-aquecido para ser enviado aos digestores. Por dia, aproximadamente 220m³ de dejetos são trazidos a planta. Os caminhões realizam 16 entregas diárias para a planta com um curso máximo de 10 km, uma vez que para o correto funcionamento da planta de digestão é necessário que o dejetos seja fresco. Esta iniciativa, faz com que não fosse necessário aumentar a capacidade de armazenamento individual de cada fazenda.

Figura 30: Recepção e depósito de homogeneizador



Fonte: Arquivo Pessoal do autor

O dejetos é pré-aquecido no homogeneizador, aumentando a sua temperatura entre 7 - 8° C. A energia necessária para este processo é obtida a partir do calor residual (40° C) provinda do sistema de refrigeração do motor de geração de energia eléctrica localizado na planta, motor este utilizado para suprir a energia consumida na planta.

2) Biodigestores

O processo de fermentação ocorre em dois biodigestores. Cada um possui 10 m de altura e capacidade de 3.300 m³, sendo suficiente para processar 80.300 toneladas/adubo/ano.

Figura 31: Biodigestores



Fonte: Arquivo pessoal do autor

Uma bomba propulsora leva os dejetos do tanque homogeneizador para um dos dois digestores. A fermentação dos resíduos ocorre com temperatura controlada. O tempo médio de retenção dos resíduos no

biodigestor é de 39 a 42 dias, com entradas / saídas sequenciadas. O biogás gerado é constituído principalmente por metano CH_4 , 55-65%, 35-45% de dióxido de carbono (CO_2) e vestígios de outros elementos, tais como sulfureto de hidrogénio. O biogás produzido é filtrado para evitar danos nos canos e/ou motores. O processo de filtragem serve para remover o enxofre.

A principal matéria-prima é o dejetos de bovino, embora os biodigestores estejam preparados para receber outros tipos de resíduos mais produtivos em biogás, como soro ou sebo, se necessário, podendo aumentar a eficiência da planta.

3) Separação de fração

O resíduo resultante do processo de digestão é um líquido viscoso com maior proporção de nitrogénio e praticamente sem odor e sem patógenos. Este líquido viscoso é submetido a um processo de separação (frações sólidas e líquidas) e são armazenados separadamente. O resto digerido a 40°C e sem mais rendimentos de geração de metano, no caminho até o separador sólido-líquido reduz a sua temperatura para 20°C (este calor perdido é direcionado ao homogeneizador). Através deste separador de sólido-líquido, o produto é separado em fase sólida, que contém aproximadamente 35% de Nitrogénio inicial, e em fase líquida que contém 65% de nitrogénio.

Figura 32: Separador sólido-líquido



Fonte: Arquivo do autor

A parte líquida é acumulada em um lago de 6.500 m³ protegido por uma lona preta que impede a emissão de gases e que a chuva seja diluída no nitrogênio que ele contém. A fração sólida é armazenada em galpão na própria planta de biogás e é comercializado como adubo de alta qualidade para floriculturas.

Figura 33: Depósito da fração líquida e sólida dos resíduos após passagem pelos biodigestores



Fonte: Arquivo do autor

Após 8 (oito) meses de armazenamento na própria planta de biogás, o resíduo líquido é depositado em cinco lagoas localizadas próximas das propriedades, facilitando a distribuição pelas pastagens. Estas lagoas possuem uma capacidade total de 20.000 m³ para armazenar a fração líquida, com as seguintes características:

Quadro 7: Distribuição das lagoas de armazenamentos da fração líquida

Distribuição das lagoas de armazenamentos da fração líquida		
Locais das Lagoas	Capacidade (m ³)	Distância da Planta (Km)
Orokietá	3600	8,85
Suarbe	2500	5,8
Autza	3800	4,75
Gorromtz	4900	5,6
Iraizotz	7200	0

Fonte: Sancho (2009)

Todas as lagoas são construídas de concreto armado e possuem uma profundidade de armazenamento de 4 metros. As mesmas se encontram distribuídas homogeneamente sobre o território em que estão localizadas as propriedades, conforme figura a seguir.

Figura 34: Distribuição das lagoas de armazenamentos da fração líquida



Fonte: Sancho (2009)

O transporte da fração líquida da planta para as lagoas é realizado pelos mesmos caminhões-tanque (24 e 18 m³) descritos anteriormente, aproveitando os retornos dos caminhões para a busca dos dejetos nas propriedades, diminuindo assim o custo, evitando que o caminhão faça o percurso "vazio".

A valoração do fertilizante se dá com a aplicação dos mesmos nas propriedades, sendo feita de duas formas:

- Os próprios produtores, retiram o material das lagoas mais próximas de onde será aplicado o fertilizante, utilizando seus próprios equipamentos, que já possuíam antes do desenvolvimento do projeto.
- Pela Bioenergía Ultzama. A empresa criada para gerir a planta de biogás, conta com equipamentos de aplicação, realizando o trabalho e cobrando dos produtores.

4) Geração de Energia

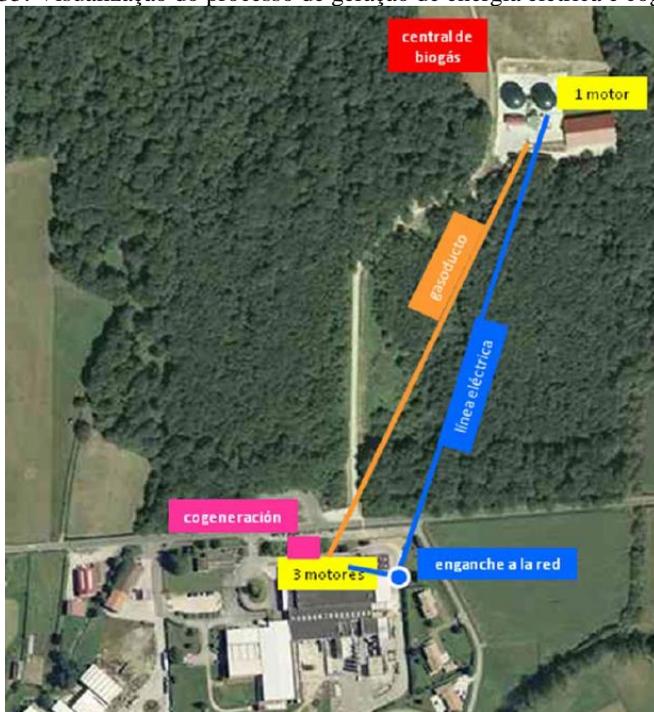
O biogás produzido no processo de fermentação alimenta quatro motores de geração de energia elétrica de 125 kw cada um. Um dos motores localiza-se nas instalações da própria planta de biogás e parte de sua produção de energia é utilizada na própria planta. Os outros três motores foram colocados em uma empresa no polígono industrial de Elordi, a cerca de 500 metros da planta e a energia produzida é utilizada por uma empresa de laticínios e o excedente é direcionado a rede de transmissão. Com 500 kW e 8000 h de operação, a capacidade anual de geração é de 4 milhões de kWh.

Além da produção de energia elétrica, o calor que é gerado nos três motores situados no polígono industrial de Elordi é utilizado em

processos industriais da uma empresa de lacticínios. A utilização da energia térmica é de aproximadamente 800-900 kWt. Os gases de escape dos motores do polígono, deixando a 500-550°C, entram em um trocador de calor para produzir vapor que é vendido para o laticínio Goshua, bem como a água quente obtida no circuito de refrigeração, suprimindo a metade das necessidades térmicas da empresa.

Referente ao calor gerado no motor localizado na planta de biogás, a água quente do sistema de refrigeração das várias partes dos motores é usada para pré-aquecer o homogeneizador (com água a 40°C), utilizado para aquecer os digestores (com água a 80° C) e também para o aquecimento dos escritórios.

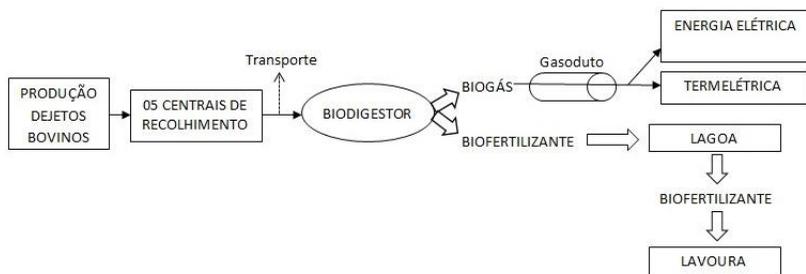
Figura 35: Visualização do processo de geração de energia elétrica e cogeração



Fonte: Sancho (2009)

Para um melhor entendimento do processo de operação do estudo de caso segue Figura 36.

Figura 36: Visualização do processo de operação de planta de Biogás – Ultzama



Fonte: Autoria Própria

4.2.5 Custo e fonte de financiamento

O investimento na planta de Biogás foi de € 5 milhões (euros), dos quais o Governo de Navarra financiou metade pelos Departamentos de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente (€ 1,3 milhões) e da Inovação, Empresa e Emprego (1 milhão €). O restante do investimento foi através de aporte de capital da Bioenergy Ultzama (€ 1 milhão), e empréstimos no valor de 1,8 milhão no setor bancário (Caja Navarra e Caja Rural).

4.3 PLANTA DE BIOGÁS – STEINFURT – ALEMANHA

4.3.1 O local da pesquisa de campo: breve caracterização

A Alemanha é um caso exemplar do aproveitamento de tal fonte para a geração de eletricidade, que ainda ajuda a reduzir a poluição. A Alemanha quer se tornar líder em energias renováveis em 2020 e estabeleceu como meta ter 50% da sua energia vinda de fontes renováveis em 2050. Para isso, o país conta com subsídios como a produção descentralizada, sinergia empresarial e inovação tecnológica. (POESCHL; WARD et al. 2010)

O país possui milhares de usinas de biogás dedicadas à produção de energia elétrica, que utilizam uma mistura de rejeitos agrícolas, da suinocultura ou de efluentes industriais e grãos, que favorecem uma maior produção. O objetivo do governo alemão é aumentar a produção de biogás em 40 mil MW até 2020 (WEILAND, 2006).

No período 2001-2010, o número de usinas de energia a biogás aumentou na Alemanha em quase 10%, a cada ano, a partir de 1.050 unidades existentes, no início de 2001 para um número de 6.000 unidades,

já no fim de 2010. Os principais fatores por trás dessa rápida expansão foram: o avanço tecnológico, incentivos financeiros atraentes, a busca de aumentar a segurança energética e o forte setor agrícola alemão. O setor está em crescimento, há milhares de empregos criados e sendo criados em torno da indústria do Biogás e existem centros de investigação totalmente financiados por empresas que operam na área. Estas instalações são essencialmente agrícolas e individuais ou de associações pequenos de agricultores. (BUDZIANOWSKI; CHASIAK, 2011)

A força motriz para este “boom” de biogás na Alemanha foi a legislação que promove, através do pagamento de uma tarifa vantajosa, a produção de eletricidade a partir de biogás. A lei das fontes renováveis de energia (Erneuerbare Energien Gesetz – EEG), promulgada no ano 2000, representou um importante avanço para o aproveitamento energético do biogás. Esta lei específica estabelece que todo cidadão tem direito a montar uma pequena central de energia de fontes renováveis e as operadoras da rede elétrica do país são obrigadas a comprar o que for produzido, pagando tarifas preestabelecidas. Os valores variam de acordo com o tipo de energia/processo de geração, sendo pago valores mais altos para as fontes que custam mais e que precisam ser mais desenvolvidas. (EEG, 2009)

O presente estudo de caso selecionado para este trabalho está localizado na cidade de Steinfurt, na região da Baixa Saxônia.

Figura 37: Localização de Steinfurt



A baixa saxônia é o segundo estado mais extenso e o quarto mais populoso da federação da Alemanha, com cerca de 8 milhões de habitantes. Após a queda do muro de Berlim se tornou o centro da Europa. Possui excelentes autoestradas, estradas de ferro e vias navegáveis fazem com que seja possível a conexão rápida com os mercados, tanto nacional como internacional.

4.3.2 Histórico da planta de biogás (condomínio)

No ano de 2000/2001 nesta região foi construído em Steinfurt um parque eólico através da iniciativa de algumas pessoas e agricultores (www.windpark-hollich.de). Atualmente estão em funcionamento 18 aero geradores cuja produção de eletricidade é de 60.000.000 kWh ao ano. Para este fim foram investidos mais de 30.000.000 €.

A partir da iniciativa de trabalhar conjuntamente em um projeto, agricultores, técnicos especializados, pessoas com experiência no ramo comercial da região, começaram a trabalhar de forma rápida e organizada e com rentabilidade.

Desta forma foi criada uma cooperativa formada por sete agricultores, um engenheiro, e um representante comercial. A cooperativa começou a trabalhar no conceito de uma planta de biogás que teria as seguintes metas/objetivos:

- Primeiramente, viabilidade econômica.
- Participação de um número de agricultores e criadores de bovinos, que pudessem oferecer suporte logístico e/ou financeiro.
- Otimização do intercambio de nutrientes.
- Disponibilidade de um sistema de segurança eficiente em caso de contaminação
- Construção de uma planta de biogás em determinado local de comum acordo, em local estratégico referente à logística.

O projeto foi desenvolvido de uma forma que obtivesse o consenso de todos referente à tecnologia a ser utilizada, os aspectos econômicos, modelo de contrato, a segurança da obtenção da matéria prima em longo prazo, às possibilidades de participação financeira e o financiamento do projeto.

Desta forma, no fim do ano de 2005, foi quando começou a injetar na rede elétrica os primeiros Kwh, pondo em seguida o primeiro gasoduto de biogás na Alemanha.

Para a construção da planta de biogás houve a participação de 46 agricultores e produtores de bovinos, além do apoio econômico de 23 pessoas da cidade de Steinfurt. Com isso, o projeto se desenvolveu apenas com a participação única e exclusiva de pessoas da região. A ideia era gerar biogás a partir da biomassa gerada na zona.

Destacam-se os seguintes aspectos do projeto:

- Participação de 70 pessoas (entre agricultores e criadores de bovinos).
- Através da escolha da localização da planta de biogás facilita a conexão entre os pontos produtores da biomassa e também de estabelecer o comércio dos produtos do biogás.
- Instalação do primeiro gasoduto de biogás na Alemanha para alimentação de uma central de cogeração na área urbana de Steinfurt.
- Uso de plantas de cogeração para o abastecimento de calor e eletricidade em centros de educação, edifícios do governo e edifícios poliesportivos.
- A participação dos agricultores e das pessoas físicas no cultivo, recolha da biomassa, produção do biogás, etc. Ou seja, participação conjunta em cada uma das partes do processo de geração de biogás.

Para a gestão da planta de biogás foi contratada a empresa Bioenergia Steinfurt GmbH & Co. KG.

4.3.3 Dinâmica de funcionamento

- Geração de Eletricidade

A planta de biogás é viabilizada através das receitas provenientes dos incentivos estabelecidos pelo governo e que estão descritos na EEG (Leis de Energias Renováveis na Alemanha) para a geração de eletricidade a partir de biogás. A eletricidade gerada é transmitida de forma contínua a rede elétrica, fornecendo uma parte da eletricidade mínima demandada.

As plantas de cogeração situadas na zona onde esta situada a planta de biogás bem como nos diferentes pontos na cidade de Steinfurt operam por regra abaixo de sua capacidade máxima.

- Calor para as redes de calefação nas zonas urbanas

Através da eletricidade gerada a partir do biogás, é fornecida a rede ao redor de 4.000.000 kWh ao ano. Esta eletricidade gerada abastece a diferentes tipos de edifícios em distintas zonas da cidade de Steinfurt. Já a geração de calor, abastece anualmente as seguintes instalações: prédio do governo do distrito de Steinfurt, 2 edifícios habitacionais, um centro de saúde, um centro de formação profissional, um instituto tecnológico, uma escola técnica e um pavilhão de esportes e uma piscina climatizada. Desta forma, em condições ideais poupa-se anualmente cerca de 400.000 litros de óleo diesel.

- Utilização de calor para secagem da biomassa

O calor procedente da planta de cogeração localizada no mesmo local da planta de biogás é utilizado para a secagem da biomassa digerida. A gestão da planta de secagem é gerida pela empresa colaboradora NEST Anlagenbau GmbH em Steinfurt (www.n-e-st.de). Faz parte de uma planta piloto para o armazenamento do calor que sobra dos produtos provenientes da biodigestão. Neste processo de secagem é obtido um resíduo pelletizado e que possui um poder calorífico que podem ser comparados a pellets de madeira, no entanto, a diferença entre eles é que os pellets provenientes deste processo são mais limpos e durante a queima os mesmos produzem menos agentes contaminantes. A quantidade de calor armazenada em forma de pellets por ano pode ser utilizado como uma valiosa fonte de calor descentralizada.

- Produção de nutrientes

A unidade de biogás, por sua vez implica numa fonte para os três principais nutrientes agrícolas:

N – Nitrogênio

P - fósforo

K - Potássio

Os subprodutos dos digestores podem ser utilizados como fertilizantes. Através de uma gestão inteligente da oferta desses nutrientes, os mesmos são lançados não só nas áreas perto da usina, mas também em áreas que são mais remotas. Desta forma é criado um sistema fechado entre os agricultores e a planta.

- Automatização, documentação e monitoração.

Na planta de Steinfurt, considera-se que a automatização, uma documentação minuciosa de todos os parâmetros de funcionamento, assim como, uma monitoração da mesma, são as chaves para obter êxito na busca de uma gestão ótima da planta de biogás.

A automatização implica em diminuição dos custos de funcionamento da planta, melhora as eficiências dos processos (intervalos curtos de alimentação a planta). A documentação de todos os parâmetros de funcionamento e valores de medição contribui para a facilidade de obtenção de análises de erros, ajuda a aumentar a segurança da planta e facilita a transparência para os fornecedores e autoridades. Já a monitoração possibilita a análise de erros e o gerenciamento dos mesmos. A planta, devido aos sistemas adotados pode ser gerenciada a distância, via mobile.

Todos os componentes da planta de biogás e seus indicadores de funcionamento estão completamente integrados a uma unidade de monitoração. Como exemplo, o depósito de substrato que tem capacidade de armazenar 60 toneladas, uma vez que este substrato esteja neste depósito, a planta de biogás faz o seu processamento por si só.

No caso de surgimento de algum tipo de problema na planta, o sistema automaticamente notifica o operador, podendo desta forma verificar se o problema pode ser resolvido sem o deslocamento às instalações, ou ao contrário, é necessário ir pessoalmente resolver o problema.

Na planta, todos os dados de produção das unidades que a compõem (agitadores, bombas, etc.) bem como os registros de temperatura, pressão ou composição do gás são registrados continuamente.

Em caso de uma unidade sofrer alguma avaria ou aparecer alguma falha no sistema, a pessoa responsável da operação da planta de biogás pode em qualquer momento localizar a origem da falha ou avaria. Desta forma, podem-se ser resolvidas as falhas de uma forma permanente. Os fornecedores por sua vez, podem visualizar os pontos fracos em seus produtos e trabalhar juntos para encontrar soluções que são de confiança e ajudem a reduzir os danos ao sistema. Com a gravação de dados de operação da planta significa poupar dinheiro e tempo de inatividade. Os registros destes dados melhoram a operação da planta oferecendo mais transparência para organizações e especialistas.

A planta de biogás pode ser monitorada e controlada por qualquer pessoa autorizada. Todas as unidades e partes da planta de biogás podem ser monitorizadas em qualquer momento. Caso surja algum tipo de problema na planta o operador poderá acessar o sistema, analisar e sanar o problema desde a sua casa ou em qualquer outro lugar através de um smartfone, tablet ou qualquer outro dispositivo com navegador web. A gestão da planta de biogás através do sistema de monitoração foi

desenhada de tal forma que seja facilmente manuseada com uma base mínima de conhecimentos informáticos.

- Alimentação da planta

A planta de biogás é alimentada por dejetos de animais e por substrato, principalmente milho. O depósito onde é introduzido o substrato sem ser misturado é esvaziado de forma automática através de deslizamento e de um espiral transversal.

Uma tubulação com um sem fim empurra o material fresco na ausência de ar a um local com o substrato. A mistura formada é transportada desde o local da alimentação até os digestores. Podendo ser regulada a alimentação bem como a quantidade de alimentação de cada digestor.

Figura 38: Locais de depósito de biomassa



Fonte: Arquivo do autor

- Processo de fermentação

A planta de biogás em questão dispõe de 02 digestores de 1.800 m³ e de 01 digestor de 3.600 m³. Os digestores realizam o processo de biodigestão com uma duração de aproximadamente 90 dias a uma

temperatura de 40°C. Os misturadores do substrato e os dejetos podem ser regulados por um controlador de frequência. Desta forma, os componentes são misturados de uma forma lenta e contínua, reduzindo o desgaste e o consumo elétrico.

Figura 39: Visualização da planta de Biogás - Steinfurt



Fonte: Arquivo do autor

- Biogás

O biogás proveniente dos fermentadores é úmido e contém enxofre. A existência destas duas características não é benéfica ao sistema, uma vez que o enxofre na composição é ofensivo para os motores de geração de energia elétrica devido à corrosão gerada e também, para a condução do gás, a umidade provoca na tubulação obstrução da passagem do gás devido à condensação em zonas frias.

Assim, o gás úmido é tratado biologicamente em um sistema de purificação do gás. O gás purificado é enviado a um balão de armazenamento onde é realizado o esfriamento do mesmo até à temperatura ambiente. Após o gás é comprimido para que se possa ser enviado através da tubulação de 4 km para ser utilizado em uma planta de cogeração.

Figura 40: Visualização panorâmica da planta de Biogás - Steinfurt



Fonte: Arquivo do autor

Os seguintes parâmetros do biogás são continuamente medidos e registrados: Temperatura, pressão, quantidade, composição, nível de depósito e parâmetros de purificação do gás.

- Micro rede e tubulação de gás

No ano de 2005 foi posta em funcionamento a primeira tubulação de biogás na Alemanha. A iniciativa marcou como o início do conceito de “Micro rede de gás”. A tubulação possui uma extensão de 4km com uma inclinação geral de 40 m até a cidade de Steinfurt.

Figura 41: Micro rede de gás



Fonte: Arquivos do autor

- Localização da Planta de Biogás

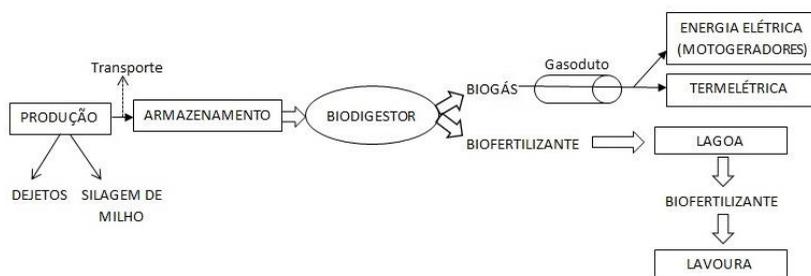
Uma planta de biogás de estar situada onde se encontra a fonte de substrato para a sua alimentação. Também, deve estar integrada com o caminho que une as granjas e os campos.

Desta forma, a planta de biogás está localizada na comunidade agrária de Hollich em Steinfurt. Assim, o custo como o transporte dos dejetos ou das plantas energéticas não significam custos extras. A planta de biogás localiza-se no meio rural, evitando assim a contaminação acústica ou por odores na cidade.

- Plantas de Cogeração

As plantas de cogeração utilizam motores de ciclo otto. O sistema foi construído dentro de um contêiner marítimo, tendo uma forma compacta que podem ser alocadas em qualquer lugar sem a necessidade de elementos externos. O rendimento da planta de cogeração é regulado conforme a quantidade de biogás produzido. Para sintetizar o processo de operação do estudo de caso segue Figura 42.

Figura 42: Processo de operação da planta de Biogás - Steinfurt



Fonte: Autoria Própria

4.3.4 Fontes de financiamento

O investimento na planta de Biogás foi de € 3,4 milhões (euros), sendo o investimento feito através de aporte de capital do grupo de agricultores.

Quadro 8: Comparação entre os estudos de casos analisados

Dados Gerais	Nome da unidade	Condomínio de Agroenergia - Sanga Ajuricaba	Planta de Biogás - ULTZAMA	Planta de Biogás - STEINFURT
	País	Brasil	Espanha	Alemanha
	Categoria da planta	Agropecuária	Agropecuária	Agropecuária/Lavoura
	Fonte do substrato (padronizado)	Suinocultura/Bovinocultura	Bovinocultura	Suinocultura/Milho
	Aplicação do biogás	Geração de energia elétrica/térmica	Geração de energia elétrica/térmica	Geração de energia térmica/térmica
	Situação da planta (Geração de energia)	Em operação	Em operação	Em operação
	Data de início da geração de energia	2014	2009	2005
	Número de Agricultores Participantes	33	24	46
	Detalhes da quantidade de substrato	50 m ³ /dia	220m ³ /dia	Varia de colheita/colheita
		Tipo de Planta	Descentralizada	Centralizada
TECNOLOGIAS	Modelo do biodigestor	Lagoa anaeróbica coberta/Biokoler	Fermentador	Fermentador
	Sistema de armazenagem de biogás adicional ao biodigestor	Balão de Gás	Não há	Balão de Gás
	Transporte do biogás	Gasoduto	Gasoduto	Gasoduto
	Distância do Gasoduto	25,5 km	1 Km	4 km
	Transporte do substrato	Na própria propriedade	Caminhões	Caminhões/tratores
	Está conectada com a rede elétrica?	Sim	Sim	Sim
	Forma de venda da energia elétrica	Concessionária de Energia	Concessionária de Energia/Indústria	Concessionária de Energia/Prefeitura Municipal
	Detalhes das tecnologias para geração de energia elétrica	1 Motogerador (100 Kwh)	4 Motogeradores (125 Kwh)	5 Motogeradores (125 kwh)
	O digestato é aproveitado ou valorizado?	Sim	Sim	Sim
	Detalhes do sistema de uso do digestato	Biofertilizante utilizado para aplicação na lavoura dos condôminos.	Biofertilizante utilizado para aplicação na lavoura dos sócios da Planta.	Biofertilizante utilizado para aplicação na lavoura dos sócios da Planta.
Produz Energia Térmica?	Sim. (Secagem de grãos)	Sim. (Utilização em Indústria Láctea)	Sim. (Utilização em Prédios do Governo)	

OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	É realizado monitoramento periódico da planta?	Sim	Sim	Sim
	Qual a periodicidade do monitoramento?	Diário	Diário	Diário
	É realizada manutenção periódica da planta?	Sim	Sim	Sim
	Houve treinamento?	Sim	Sim	Sim
INFORMAÇÕES ECONÔMICAS E FINANÇEIRAS	Fonte de recursos para investimentos na planta	Itaipu Binacional e Prefeitura Municipal de Marechal Cândido Rondon/PR	Governo de Navarra e Empréstimo setor Bancário	Recursos próprios (dos agricultores)
	Investimento inicial (R\$)	R\$ 2.817.000,00	5.000.000 EUROS	3.400.000 EUROS
	Recebe algum tipo de subsídio	Não	Não	Sim
	Fonte de informações	Pesquisa de Campo	Pesquisa de Campo	Pesquisa de Campo

Fonte: Autoria Própria

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão apresentados e discutidos os conteúdos resultantes das entrevistas realizadas com os sujeitos da pesquisa, de acordo com a metodologia apresentada no capítulo 03. Em uma primeira abordagem busca-se entender a dinâmica da competitividade sistêmica que envolve a concepção de condomínios de agroenergia, apresentando as principais variáveis (fatores determinantes da competitividade) identificadas que interferem na competitividade deste segmento. Em seguida, com base na literatura e nos estudos de casos analisados propõem-se metodologia para a implantação de um condomínio de agroenergia com posterior validação.

5.1 CONDOMÍNIOS DE AGROENERGIA SOB A ÓTICA DA COMPETITIVIDADE SISTÊMICA

A noção de competitividade, em nível das empresas, está diretamente relacionada com a participação bem sucedida nos mercados, local, nacional e internacional.

Entender a competitividade de maneira sistêmica de acordo com Esser et al. (1994) significa compreender que a economia está baseada em um suporte multinível, pluridimensional, onde a competência é fruto de diálogo e tomada de decisões conjuntas pelos grupos de atores envolvidos.

A teoria da Competitividade Sistêmica de Meyer e Stamer (2005) traça um paralelo entre os níveis meta, macro, meso e micro. O nível meta representa o nível mais elevado da comunidade no que aborda os seus costumes, padrões sociais e culturais; o nível macro preocupa-se com questões político/econômicas; o nível meso refere-se às entidades de suporte às empresas e população; e o nível micro considera as empresas e a forma como estas se organizam e competem. Segundo os autores, a integração entre esses níveis é necessária para o alcance da vantagem competitiva sustentável ou, como denominado por eles, Competitividade Sistêmica.

O Quadro 9 apresenta os fatores determinantes da competitividade sistêmica para a concepção de condomínios de agroenergia, ou seja, os fatores que sob o conceito do Instituto Alemão de Desenvolvimento – IAD afetam a competitividade deste tipo de empreendimento, na visão dos gestores destes condomínios de agroenergia, técnicos e agricultores.

Quadro 9: Fatores que influenciam a competitividade sistêmica identificados nos estudos de casos

Fatores que Influenciam a Competitividade Sistêmica dos condomínios de Agroenergia identificados nos Estudos de Casos	
Nível Meta	<ul style="list-style-type: none"> - Cooperativismo; - Presença de fornecedores capazes (desenvolvimento de fornecedores e profissionais qualificados na área); - Capacidade estratégica de atores regionais; - Capacidade de cooperação de atores locais (Prefeituras, Sindicatos); - Qualificação
Nível Macro	<ul style="list-style-type: none"> - Condição macroeconômica (opções de financiamento) - Capacidade do governo para investimentos (Prefeituras Municipais, Governo Estadual e Federal) - Criação de normas regulamentadoras favorecendo a inovação - Atuação do Governo e/ou Empresas como compradores sofisticados
Nível Meso	<ul style="list-style-type: none"> - Política de Infraestrutura - Política ambiental voltada ao setor - Instituições específicas de financiamento - Centros de demonstração de tecnologia (Institutos de pesquisa e desenvolvimento) - Instituições de formação para as áreas específicas. - Associações competentes - Programas de educação e qualificação - Pesquisa universitária
Nível Micro	<ul style="list-style-type: none"> - Gestão das Unidades. - Estímulo à comercialização conjunta.

Fonte: Autoria Própria

A tarefa se concentra em descrever os principais fatores determinantes de competitividade relacionados aos 4 níveis (Macro, Meso, Meta e Micro) que se julgam necessárias ao desenvolvimento e concepção dos condomínios de agroenergia, na opinião dos atores envolvidos na pesquisa de campo.

- Nível Meta

Os determinantes da competitividade sistêmica ao nível meta dizem respeito aos fatores e às escalas de valores socioculturais, ao papel do Estado e à integração e cooperação entre os atores envolvidos. A capacidade dos atores de estabelecer um padrão básico de organização jurídica, política, econômica e macro social tende a permitir que se aglutinem as forças dos mesmos.

Nesta ótica de competitividade o grau de organização dos atores sociais (os agricultores, neste caso) é visto como a capacidade de organizar-se em prol de seus objetivos, como por exemplo, a busca da

implementação de suas próprias estratégias de desenvolvimento econômico e a criação de ambientes favoráveis para a inserção no mercado.

Neste nível, foram identificados na pesquisa os principais fatores determinantes para a competitividade sistêmica na visão dos agricultores e gestores dos condomínios de agroenergia, os quais são: Cooperativismo; presença de fornecedores capazes (desenvolvimento de fornecedores e profissionais qualificados na área); Capacidade estratégica de atores regionais; Capacidade de cooperação de atores locais (Prefeituras, Sindicatos) e Treinamentos.

- Cooperativismo

Nos três estudos de casos analisados verifica-se que o projeto dos condomínios de agroenergia foi desenvolvido no alicerce do cooperativismo, uma vez que reúne como associados produtores autônomos que compram e vendem em conjunto, através da cooperativa ou produtores que formam unidades produtivas comuns, exploradas com um objetivo comum.

Conforme descreve Lauchner (1994) seja qual for o tipo de cooperativa, o cooperativismo é um modelo de economia solidária que procura maximizar o predomínio do fator trabalho sobre o fator capital. Isso significa que o cooperativismo é uma associação socioeconômica de pessoas (e, em certos casos, de pequenas empresas) que produz bens e serviços.

No estudo de caso brasileiro a concepção do condomínio de agroenergia para agricultura familiar se deu por meio da formação de uma cooperativa (a COOPERBIOGÁS). Foi criada uma cooperativa no qual todos os produtores envolvidos no projeto fazem parte com a finalidade de realizar a gestão do condomínio. No caso estudado na Espanha, para que os agricultores envolvidos participassem de todas as decisões referentes à gestão do condomínio de agroenergia, constituíram a Cooperativa ARITZALDE. Desta forma a cooperativa detem 42% do capital da empresa Bioenergia Ultzama S.A, que é responsável pela gestão do tratamento dos dejetos, comercialização dos produtos oriundos do processo de biodigestão, manutenção das instalações e equipamentos, operacionalização da planta de biogás. No caso estudado na Alemanha, também foi criada uma cooperativa para a concepção e gestão do condomínio de agroenergia, esta formada por sete agricultores, um engenheiro, e um representante comercial.

Desta forma, através do cooperativismo assegura-se poder econômico igual para todos, oferecendo um voto por associado (e não um

poder de decisão segundo o valor das quotas integralizadas na cooperativa ou segundo o número de ações como acontece nas empresas não-cooperativas); opera apenas ao nível dos custos, isto é, elimina todo e qualquer lucro, assegurando que o excedente gerado (depois de pagos os insumos, o fator capital e trabalho e os impostos), seja distribuído segundo as operações dos associados para com a cooperativa (e não segundo o valor das quotas dos mesmos ou segundo as ações nas não-cooperativas); objetiva exclusivamente beneficiar os associados (e não o capital). A redução de custos em relação às receitas e a conquista de mercados privilegiados, como resultado da eficiência gerencial da cooperativa, resultarão, portanto, em benefício dos produtores, isto é, em eficácia da empresa.

Percebe-se que o biogás, como produto e como fonte renovável de energia, pode ser explorado em sistemas cooperativos. Projetos de condomínios de agroenergia com gestão associativa, ou mesmo configurando planejamento para ordenamento territorial são muito interessantes, porque oferecem escala para a Economia do Biogás.

- Presença de fornecedores capazes (desenvolvimento de fornecedores e profissionais qualificados na área)

Um dos fatores determinantes da competitividade para a criação de condomínios de agroenergia, conforme observado por 90% dos entrevistados, foi a presença de fornecedores capazes e profissionais qualificados na área.

No caso estudado na Alemanha e Espanha, quando perguntados sobre a disponibilidade de fornecedores capazes e profissionais qualificados para a criação, operacionalização e manutenção das plantas de biogás, verifica-se a existência de inúmeros fornecedores e profissionais qualificados. Pode-se observar no relato de um dos Respondentes:

Sim, se procurar encontra-se mil, ou mais, empresas com profissionais altamente capacitados. Trabalhamos com duas ou três empresas fixas que são as mais importantes na Alemanha. Mas, sim, existem bastante empresas e profissionais qualificados. Imagina que nos últimos anos se construíram mais de mil instalações de biogás por ano.

A presença local de fornecedores especializados e capazes, que por estarem próximos, dispõem de mecanismos que reduzem os custos, agilizam inovações e o fluxo de informações e estimulam a colaboração científica; setores de apoio como associações e órgãos de classe correntes.

No estudo de caso do Condomínio de Ajuricaba (Brasil) um dos pontos ressaltados pelos entrevistados, que está diretamente relacionado ao nível meta, foi a dificuldade para a obtenção de fornecedores capazes de equipamentos, além da falta de mão-de-obra qualificada.

Conforme relato de um dos entrevistados

a dificuldade na verdade foi a questão de não ter mão de obra qualificada para isso, então foram contratadas algumas empresas, tem empresas incubadas no parque tecnológico, isso também oportunizou o desenvolvimento técnico de profissionais na região que até então não tinha, esse é um mercado relativamente novo, então com certeza a construção do condomínio teve também essa contribuição para o desenvolvimento técnico de profissionais na região.

Esta constatação vem ao encontro do que foi relatada por Porter (1998), a demanda local pode proporcionar o desenvolvimento dos fornecedores capazes na própria localidade ou região.

- Capacidade estratégica de atores regionais

Conforme Esser et al. (1994) descrevem, a capacidade dos atores de estabelecer um padrão básico de organização jurídica, política, econômica e macro social tende a permitir que aglutinem-se as forças dos mesmo, potencializem-se as vantagens nacionais de inovação, crescimento econômico e competitividade, e que desencadeiem processos sociais de aprendizagem e comunicação (capacidade de aprendizado e transformação). Desta forma, têm-se que a capacidade estratégica e política dos atores sociais, no sentido de alcançarem competitividade, bem como a capacidade de implementar uma estratégia de médio a longo prazo, surge quando uma sociedade se organiza com vistas ao desenvolvimento tecnológico-industrial orientado para a competitividade (ESSER et al. 1994).

Na análise dos estudos de casos, verificou-se que o grande desafio na concepção dos condomínios de agroenergia foi conseguir reunir os atores regionais a fim de desenvolver conjuntamente uma estratégia - com uma clara definição das medidas concretas e das responsabilidades para sua implementação e para o seu monitoramento e avaliação.

- Capacidade de cooperação de atores locais (Agricultores, Prefeituras, Sindicatos)

De acordo com Ceglie e Dini (1999), grupos de empresas cooperam para o desenvolvimento conjunto de um projeto,

complementando-se umas às outras e especializando-se para superar problemas comuns, adquirir eficiência coletiva e penetrar em novos mercados. Salienta a necessidade da prática da cooperação interorganizacional como estratégia para sobrevivência e desenvolvimento das empresas, assim como um fator gerador da competitividade local e do desenvolvimento regional. Nos três estudos de casos verifica-se a capacidade de cooperação dos atores envolvidos.

A cooperação é ação social articulada, alinhavada por objetivos comuns para solucionar problemas concretos que, por sua vez, é aqui entendida em dois sentidos: (a) como ação-padrão, racionalmente construída à luz de um código e desenvolvida no interior de cooperativas por sujeitos inseridos numa certa divisão social do trabalho, os quais têm objetivos comuns e compartilham benefícios ou prejuízos de forma eqüitativa (por exemplo, o que se pratica de acordo com o regimento interno); (b) como ação espontânea inerente a determinados grupos e derivada de suas tradições e costumes, pré-existente às instituições, fundamentada na reciprocidade adiada – a retribuição é feita quando for possível ou conveniente – ou instantânea – a retribuição é imediata (BRUNI, 2005).

Nos casos estudados verificou-se que houve cooperação entre os atores locais. Nota-se que as administrações municipais exerceram uma função crucial ao facilitar o acesso das empresas ao âmbito das autoridades governamentais.

- Treinamentos

Na pesquisa verifica-se que o treinamento e a capacitação dos agricultores são de fundamental importância para o sucesso do condomínio de agroenergia. Segundo um dos entrevistados:

Quanto maior o nível de tecnologia do biodigestor maior a necessidade de treinamento, a educação do agricultor, especialmente quando falamos sobre o tratamento de resíduos é crucial. Ressalto que uns 50% do desempenho do biodigestor está ligado a esses treinamentos.

Na Alemanha, muitos treinamentos são ofertados por Universidades, instituições de Pesquisa, que prestam apoio direto aos agricultores em educação e tecnologia. Como exemplo destes tipos de treinamentos, observam-se os ofertados pelo Centro Internacional de Competência em Bioenergia e Biogás (IBBK), no qual há diversos cursos para formação em biogás, aliados a tours por instalações já existentes

(conforme Anexo B), onde ocorre a troca de experiências entre agricultores, técnicos, pesquisadores.

Esse sistema combina autoeducação pela troca de experiência desses produtores, em conversas, produtores que seguem a mesma linha de produção, podem discutir sobre suas habilidades e o que aprenderam. Esse tem se mostrado o melhor treinamento até então, aqui na Alemanha pelo menos tem funcionado muito bem.

Nos três casos estudados ressaltou-se que os agricultores no momento da instalação dos equipamentos de biodigestão (sendo ou não operado por eles) passaram por um treinamento intensivo para conhecer as questões que envolviam a operacionalização dos biodigestores. Após este treinamento, continuaram sendo incentivados a participar de conferências, reuniões que são organizadas por organizações científicas, universidades, órgãos governamentais a fim de qualificação contínua.

No Brasil, um curso sobre Energias do Biogás é oferecido pelo Centro de Estudos do Biogás (CEB), que é uma oportunidade de formação à distância em biogás. O curso visa promover a atualização de profissionais em questões energéticas e econômicas ligadas ao biogás, abrindo uma oportunidade a estudantes e técnicos com alguma experiência na área de obter capacitação privilegiada para atuar em projetos relacionados a esta fonte de energia renovável no Brasil e no mundo.

Verifica-se que o mais importante ponto, no que diz respeito a sistemas de tratamento de resíduos, é a capacitação do pessoal responsável pela operação destes sistemas. Na maioria dos casos, o insucesso do tratamento está relacionado a erros humanos, causados pela má operação dos sistemas. Este pessoal deve receber constante capacitação e entender claramente a importância do processo e como ele funciona, tendo subsídios para a tomada de decisões. Caso o fator humano seja desconsiderado qualquer opção tecnológica adotada estará fadada ao insucesso.

- Nível Macro

No nível macro, com base nos estudos de casos analisados, verificasse que a expansão das fontes renováveis de energia tornam-se mais competitiva se possuem metas bem definidas e políticas específicas, com um maior envolvimento dos governos. No caso específico do biogás, 100% dos respondentes da pesquisa afirmam a necessidade de criação de normas regulamentadoras favorecendo o setor

e a necessidade de o governo atuar como um comprador sofisticado de energia oriunda dos projetos de energia renovável.

Neste quesito, na pesquisa de campo evidenciou-se o destaque da Alemanha, tendo como instrumento a Lei Alemã de Energias renováveis (*Erneuerbare Energien Gesetz* - EEG) a qual corroborou para o crescimento das usinas de biogás no país.

Verifica-se que a política na Alemanha é descentralizada. Conforme descreve Suck (2002), além do governo federal, o nível estadual e local exerce um papel importante na governança e os três níveis de governo tem a capacidade de legislar na política energética, sendo que o nível federal tem prioridade.

Esta descentralização do sistema de governo na Alemanha corroborou para a promoção das fontes de energia renovável. De acordo com Suck (2002) no início dos anos 80 os primeiros projetos começaram a surgir em nível estadual, isso permitiu o desenvolvimento das tecnologias de E-FER, e influenciaram posteriormente o nível federal na elaboração de uma política para fontes renováveis.

A EEG foi promulgada no ano 2000 e representou um avanço para o aproveitamento energético do biogás no país. No ano de 2009 passou por uma alteração, visando à proteção do clima e do meio ambiente. No ano de 2014 entrou em vigor uma nova lei de incentivo às fontes de energia renováveis, a chamada EEG 2.0, que representou um forte ajuste na política energética alemã de apoio a essas fontes.

De acordo com FNR (2010) a EEG teve como meta aumentar em no mínimo 30% a participação das energias renováveis no abastecimento de energia elétrica até 2020. Neste sentido, a EEG estabeleceu que todo e quaisquer interessados no território alemão, sejam eles pessoas físicas e/ou pessoas jurídicas tem o direito e incentivo a construir e operar pequena central de energia de fontes renováveis, sendo que as operadoras da rede elétrica do país são obrigadas a comprar o que for produzido, pagando tarifas preestabelecidas, que valem por 20 anos. Os valores pagos por estas tarifas variam de acordo com o tipo de energia, sendo pago valores mais altos para as fontes que tenham um custo maior para a geração e/ou que precisam ser mais desenvolvidas.

Os produtores de energia de fontes renováveis recebem o pagamento de uma tarifa variável pela energia elétrica que alimentam na rede, segundo a quantidade de quilowatts-hora (kWh) produzidos, a capacidade instalada de geração da planta, bem como a fonte de energia renovável utilizada (FNR, 2010).

Os entes pesquisados na Alemanha evidenciaram que a EEG constituiu-se em um sistema sofisticado de incentivos, que proporcionou

a geração de eletricidade a partir da biomassa de forma eficiente e visando a proteção climática e ambiental. A geração de energia elétrica a partir de biomassas dedicadas, por exemplo, é especialmente incentivada.

A EEG em seu princípio concedeu vários bônus de remuneração da energia gerada, podendo citar, bônus por utilizar fontes de energia renovável, bônus para a busca de eficiência das usinas (visando mecanismos de proteção ao clima) e bônus por utilização de tecnologia de ponta.

O bônus NawaRo, como é referido na Alemanha (NawaRo = *nachwachsende Rohstoffe* / matérias primas renováveis), foi desenvolvido no ano de 2004 a fim de fomentar as culturas energéticas e o aproveitamento de dejetos animais visando a proteção climática (FNR, 2010).

Além disso, outras disposições da EEG contribuem para o incentivo para fontes de energia renovável, como o bônus KWK (*Kraft-Wärme-Kopplung* = cogeração de calor e eletricidade) para a operação de usinas de cogeração. Segundo FNR (2010) esse bônus concede uma remuneração superior àqueles operadores de usinas que fazem uso racional do calor residual produzido na geração de eletricidade, o qual contribui para reduzir as emissões de CO₂. O Bônus de cogeração é um grande incentivo financeiro para o uso do calor produzido na geração de eletricidade, aumentando assim a eficiência energética total da usina de biogás e podendo contribuir para a redução da queima de combustíveis fósseis.

Já o bônus de tecnologia, veio apoiar através de incentivo financeiro, tecnologias de ponta para a produção eficiente de eletricidade, incentivando àquelas que possuem grande potencial e que atualmente não seriam competitivas.

Também, há o incentivo do Bônus de controle da poluição atmosférica. Este bônus foi inserido na alteração da lei que aconteceu em janeiro de 2009. Segundo FNR (2010) esta lei pretendeu diminuir as emissões de formaldeídos, substâncias cancerígenas originadas na combustão do biogás em usinas de cogeração. Por isso o bônus é por vezes denominado “bônus do formaldeído”. Esse incentivo promove o uso de motores com baixas emissões e a atualização dos sistemas como catalisadores.

Conforme observado, o valor da remuneração da energia gerada por fontes de energia renovável na Alemanha é determinado pelo porte da usina, data da entrada em operação e fonte de energia utilizada. De acordo com FNR (2010) para a realização do cálculo do valor da remuneração, primeiramente é observado o tamanho da usina de biogás; ou seja, quanto

maior for à potência elétrica de uma usina, menor será a remuneração para a energia elétrica gerada. Desta forma, evidencia-se o incentivo para as pequenas usinas, uma vez que recebem uma remuneração maior que as de maior porte. A lei visa contemplar que o custo do quilowatt-hora gerado diminui com o aumento do porte da usina.

A remuneração também é influenciada pela data de entrada em operação da usina de biogás, uma vez que uma usina que entre em operação em anos posteriores é aplicada remunerações inferiores àquelas já em funcionamento em ano anterior, fato este devido que a Lei EEG leva em consideração o aumento da lucratividade da geração de energia elétrica por fontes renováveis proporcionados pelo avanço tecnológico e também pela queda do custo de matéria-prima impulsionado pelo aumento de produção. Para FNR (2010) este mecanismo é o chamado na Lei EEG de “degressão”.

A remuneração praticada pela Lei EEG não é por tempo indefinido, é limitada a um período de 20 anos mais o período restante até o fim do ano, contando a partir da data em que a usina entrou em operação. Após o período legal de remuneração expirar, extingue-se o direito à remuneração da EEG. Embora ainda continue tendo a prioridade para injetar a energia na rede, o operador tem se de encarregar da sua venda. A seguir, segue um exemplo de taxas de remuneração para usinas de biogás, conforme Lei EEG (taxas praticadas no ano de 2011).

Tabela 6: Exemplo de taxas de remuneração para usinas de biogás

	Potência da usina conforme o parágrafo 18 (2) da EEG	Taxas de remuneração em centavos de euro por kWh (início das operações em 2011) ^a
Remuneração básica para energia elétrica de biomassa	até 150 kW	11,44
	até 500 kW	9,00
	até 5 MW	8,09
	até 20 MW	7,63
Bônus de controle de poluição atmosférica	até 500 kW	+ 0,98
Bônus de biomassa dedicada	até 500 kW	+ 6,86
	até 5 MW	+ 3,92
Bônus de esterco líquido		
Bônus de conservação da paisagem	até 150 kW	+ 3,92
	até 500 kW	+ 0,98
	até 500 kW	+ 1,96
Bônus de cogeração	até 20 MW	+ 2,94
Bônus tecnológico	até 5 MW	+ 1,96 / + 0,98 ^b

a) Conforme a nota explicativa da EEG, as taxas de remuneração nela citadas são primeiro somadas, depois reduzidas pelo fator de 1% anual, e por fim arredondadas para suas casas após a vírgula. Caso a caso, a remuneração correspondente pode divergir do total das taxas de remuneração citadas.

b) Para uma capacidade máxima de equipamentos de tratamento de gás de mais de 350 Nm³ e no máximo 700 Nm³ de biogás não tratado por hora.

Fonte: FNR (2010)

O direito de receber a tarifa pela EEG se configura quando a eletricidade injetada na rede elétrica pública é originada exclusivamente de fontes renováveis. O direito é do operador da usina, pois este utiliza a usina para a geração de energia, sendo ou não de sua propriedade, e implica um dever da empresa distribuidora que recebe a energia (FNR, 2010). Cabe ressaltar que os incentivos dispostos na Lei EEG exigem que o operador da usina disponibilize a eletricidade produzida para a rede pública de distribuição de energia elétrica.

No ano de 2014, entrou em vigor uma nova lei de incentivo às fontes de energia renováveis na Alemanha a fim de realizar um ajuste na política energética de apoio a este tipo de fonte. Ficou conhecida como EEG 2.0 (*Erneuerbare Energien Gesetz* – Lei das Fontes de Energia Renováveis). O ajuste deve-se a busca do controle da forma de transição energética alemã, fortemente subsidiada pelo esquema de tarifação Feed-in, que garante a rentabilidade dos investimentos em renováveis durante 20 anos, uma vez que havia fortes pressões para a reformulação do programa de incentivos a estas fontes, pressões estas, advindas principalmente dos setores industrial e elétrico alemão, assim como da própria Comunidade Europeia.

Segundo Bicalho (2014), devido a esses incentivos às fontes de energia renovável, uma das grandes ameaças passou a ser a explosão das tarifas de energia elétrica puxada, principalmente, pela forte expansão da energia solar. Desta forma, as mudanças no sistema de subvenções às energias renováveis tornaram-se centrais para a sustentabilidade política e social do programa.

Ainda conforme descreve o autor, mesmo não tendo que pagar 100% das taxas de incentivos às renováveis, em função de um mecanismo de proteção às indústrias intensivas em energia, os grandes consumidores alemães têm de pagar uma tarifa de €100 por MWh, ao passo que nos Estados Unidos o consumidor industrial paga em média menos de €55 por MWh. No caso do consumidor industrial alemão médio, sem o mecanismo de proteção, esse valor atinge €145 por MWh.

A mudança na lei das fontes de energia renovável se baseou em três pilares: Compatibilidade ambiental e climática; Segurança de suprimento; Acessibilidade em termos de preço. Essa mudança na política energética implicou em uma reforma substancial da EEG cujos traços marcantes são os seguintes:

- 1) Redução do apoio às novas plantas e manutenção dos incentivos às já existentes;
- 2) Todas as tecnologias deverão ter os incentivos reduzidos ao longo do tempo;

- 3) Os bônus garantidos como apoio às renováveis serão revisados e a maioria deles será simplesmente abolida;
- 4) O privilégio verde dado à eletricidade gerada na Alemanha a partir de fontes renováveis, em prejuízo à eletricidade gerada fora do país, será abolido;
- 5) Alinhamento às leis europeias.

O que cabe ressaltar a partir da análise dessas mudanças na política energética alemã é a tentativa de recuperar um aspecto chave da transição do sistema energético alemão em direção às fontes de energia limpas, não se trata apenas de reduzir as emissões de CO₂ para fazer face ao aquecimento global, trata-se de fazer isso sem sacrificar a competitividade da indústria alemã.

No Brasil, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) editou recentemente a Resolução Normativa nº 482, de 17 de Abril de 2012, que estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, bem como o sistema de compensação de energia elétrica.

- Nível Micro

Neste nível, analisam as “*best practices*” organizacionais. Os determinantes são a gestão efetiva de inovações técnico-organizativas e a gestão tecnológica, por parte de cada empresa, como um requisito importante para o desenvolvimento contínuo de produtos e processos. Torna-se essencial o fortalecimento dos elos entre as atividades das empresas, bem como dos elos externos, pois são uma forma básica de alavancagem competitiva. Sob estes aspectos, destacam-se também, a qualificação das pessoas e a capacidade de gestão. A interação entre empresas, fornecedores, prestadores de serviços complementares e clientes impulsiona os processos de aprendizagem coletiva, a ponto de gerar inovações baseadas no fortalecimento das redes de cooperação, gerando um efeito sinérgico, resultante do reforço e da articulação entre os elos da cadeia.

Na análise deste nível verificaram-se os seguintes fatores como determinantes da competitividade sistêmica:

- Gestão dos Condomínios de Agroenergia

No que tange aos aspectos de gestão dos condomínios de agroenergia verifica-se nos estudos de casos analisados três formatos diferentes de gerenciamento dos mesmos.

Na planta de biogás de Steinfurt – Alemanha para realizar a concepção e implantação do conceito de uma planta de biogás (projeto), foi criada uma cooperativa formada por sete agricultores, um engenheiro,

e um representante comercial, chamada Bioenergia Steinfurt GmbH & Co. KG.

Desde o projeto, planejamento, desenvolvimento, construção e para a gestão operacional da planta de biogás, a cooperativa em questão, contratou uma empresa especializada no assunto, a N.E.ST Anlagen GmbH. Esta empresa realizou todas as etapas de projeto e construção e também realiza toda a operacionalização da planta de Biogás colaborando com os agricultores que possuem cultivos/resíduos energéticos.

A N.E.ST Anlagen GmbH ficou encarregada do estudo da área agrícola onde seria realizada a instalação, buscou todas as autorizações pertinentes ao projeto, o cálculo da viabilidade do projeto, bem como, estimou a potência mais adequada da planta. Os serviços oferecidos pela empresa também incluíram o mapeamento das unidades agrícolas que dispõem dos resíduos e os cultivos energéticos (estes se encontram a no máximo 8 Km de onde localiza-se a planta), além de disponibilizar um sistema de GPS para a monitoração da localização dos veículos, organizando assim, a colheita dos cultivos energéticos e a recolha dos resíduos das produções suínícolas, também sendo responsável pela pesagem e cálculo da valoração dos resíduos/cultivo energético.

A empresa em questão dispõe de um sistema de visualização próprio, em tempo real, da operação da planta de biogás, de tal forma que os cooperados possam dispor de uma forma cômoda e confiável de toda a informação da planta.

Na visita “in loco” verificou-se a existência na planta de biogás, uma área disponibilizada para o Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento da empresa contratada, onde projetos são realizados em prol da obtenção máxima de rendimento da operação da planta de biogás.

No estudo de caso analisado no município de Ultzama – Espanha os produtores rurais constituíram uma cooperativa, chamada Cooperativa ARITZALDE. Para a gestão da planta de Biogás foi constituída outra empresa, a Bioenergia Ultzama S.A, que é responsável pela gestão do tratamento dos dejetos, comercialização dos produtos oriundos do processo de biodigestão, manutenção das instalações e equipamentos, operacionalização da planta de biogás. Desta forma, para que os agricultores envolvidos participassem de todas as decisões referente a gestão da planta, a Cooperativa ARITZALDE detêm de 42% do capital da empresa Bioenergia Ultzama S.A.

No caso analisado no Brasil, o condomínio de Agroenergia, nos seus primeiros 5 anos, foi gerido pela ITAIPU Binacional juntamente com o apoio dos parceiros do projeto, conforme relatado no Capítulo 04. Como o projeto foi pioneiro no país, verifica-se que a implantação do

condomínio de agroenergia demandou o desenvolvimento de diversas tecnologias e metodologias. Por se tratar de uma inovação, muitas das suas necessidades não foram atendidas pelas tecnologias de mercado, gerando um impacto positivo no avanço de tecnologias relacionadas ao biogás, uma vez que foram desenvolvidas tecnologias levando-se em conta a nacionalização de equipamentos e metodologias, o baixo custo e a fácil manutenção.

No desenvolvimento da metodologia de concepção, foi definida a necessidade do apoio do município na cessão de espaço público para implantação da MCT. Ficou preestabelecido que as propriedades inseridas no condomínio deveriam estar situadas na mesma bacia hidrográfica. Os produtores rurais foram convidados a participar do condomínio de acordo com a disponibilidade de matéria orgânica para produção de biogás em sua propriedade e pelo comprometimento quanto à sua adequação ao sistema de biodigestão desenvolvido (da porteira para dentro); ou seja, criou-se uma metodologia para a definição das propriedades e critérios de elegibilidade de participação.

Foram documentadas, validadas e difundidas tecnologias utilizadas no projeto, podendo citar: a produção e canalização primária de biogás interligando as propriedades a unidade de armazenamento e transformação; Desenvolvimento dos sistemas para conversão de biogás em energia térmica (secador de grãos e cocção), além de elétrica e veicular, por meio uma Microcentral Termelétrica (MCT); Desenvolvimento do controle e proteção para geradores de eletricidade de pequeno porte; Recomendações para usos e aplicações ambientalmente corretos para a fertilidade dos solos (biofertilizante).

Com a implantação do projeto e as devidas validações de metodologia e tecnologias, a concepção do condomínio de agroenergia para agricultura familiar se deu por meio da formação de uma cooperativa (a Cooperbiogás). Foi criada uma cooperativa no qual todos os produtores envolvidos no projeto fazem parte com a finalidade de realizar a gestão do condomínio. Esta em fase de transição a gestão do condomínio, uma vez que a ITAIPU BINACIONAL está capacitando os integrantes desta cooperativa para que futuramente consigam gerenciar sozinhos os processos de operacionalização e vendas, e as entidades parceiras consigam se retirarem da gestão de forma gradativa. A partir deste ano de 2015, o condomínio irá ter comercialização de energia elétrica e começará a ter uma receita operacional. A previsão é que nos próximos dois anos os produtores terão total controle sobre a gestão do condomínio de agroenergia.

- Comercialização dos produtos da biodigestão

Identificou-se que um dos fatores determinantes para o sucesso destes empreendimentos está relacionado com a comercialização dos produtos oriundos da biodigestão, principalmente o biogás ou a transformação do mesmo em energia elétrica/biometano.

Nos três casos estudados há a presença de compradores sofisticados, ou seja, indústrias, órgãos do governo e sociedade que se tornaram consumidores dos produtos oriundos da biodigestão, adaptando seus processos e necessitando garantias de entrega dos produtos contratados.

Trazendo este conceito de compradores sofisticados para os condomínios de agroenergia, conforme Porter (1989) relata, as nações ou setores ganham vantagem competitiva quando a demanda local proporciona a suas empresas um quadro mais claro e mais antecipado das necessidades latentes dos compradores e até onde os compradores exigentes pressionam as empresas para inovar mais rapidamente e alcançar vantagens competitivas mais sofisticadas que seus rivais estrangeiros.

No Condomínio de Agroenergia implantado na Alemanha, a eletricidade gerada é transmitida de forma contínua à rede elétrica, fornecendo uma parte da eletricidade mínima demandada. Esta eletricidade gerada abastece diferentes tipos de edifícios em distintas zonas da cidade de Steinfurt. Já a geração de calor pela planta de biogás, abastece anualmente as seguintes instalações: prédio do governo do distrito de Steinfurt, 2 edifícios habitacionais, um centro de saúde, um centro de formação profissional, um instituto tecnológico, uma escola técnica e um pavilhão de esportes e uma piscina climatizada. Desta forma, em condições ideais poupa-se anualmente cerca de 400.000 litros de óleo diesel.

No Condomínio de Agroenergia implantado na Espanha, motores geradores foram instalados em uma empresa no polígono industrial de Elordi, a cerca de 500 metros da planta e a energia produzida é utilizada por uma empresa de laticínios, sendo o excedente direcionado a rede de transmissão. Com 500 kW e 8000 h de operação, a capacidade anual de geração é de 4 milhões de kWh. Além da produção de energia elétrica, o calor que é gerado nos motores situados no polígono industrial de Elordi é utilizado em processos industriais na mesma empresa de laticínios. Os gases de escape dos motores do polígono, deixando a 500-550°C, entram em um trocador de calor para produzir vapor, bem como a água quente obtida no circuito de refrigeração, suprindo a metade das necessidades

térmicas da empresa. A utilização da energia térmica é de aproximadamente 800-900 kWt.

No Condomínio de Agroenergia implantado no Brasil, contempla um projeto junto a “COOPAGRIL” para a comercialização do biogás a fim de utilização na caldeira da unidade industrial de aves que fica próxima ao local de implantação do projeto. Também, desde agosto de 2014 o Condomínio opera em geração distribuída (GD) por estar conectado à rede pública de distribuição de eletricidade (Copel).

Neste sentido a presença deste tipo de compradores e sua aposta na substituição de fontes de energia vêm ao encontro do que descreve Porter (1989), a influência mais importante da demanda interna sobre a vantagem competitiva se faz através da combinação e do caráter das necessidades do comprador da empresa produtora. Este processo provoca inovações e que pode garantir vantagem competitiva.

- Nível Meso

As variáveis analisadas no nível meso, de forma distinta das variáveis e elementos do nível macro, apresentam seletividade, caracterizadas pelas especificidades do setor ao qual são direcionadas.

As ações do nível são praticadas, segundo Meyer-Stamer (2005), por instituições governamentais, pela iniciativa privada e por associações ou entes representativos com o propósito de fortalecer a competitividade de uma determinada indústria ou setor.

Na concepção de condomínios de agroenergia, neste nível de análise da competitiva elencou-se os principais fatores determinantes da competitividade, os quais são: Política de Infraestrutura (Geração Distribuída); Política ambiental voltada ao setor; Instituições específicas de financiamento; Centros de demonstração de tecnologia (Institutos de pesquisa e desenvolvimento); Instituições de formação para as áreas específicas; Associações competentes; Programas de educação e treinamento; pesquisa universitária e desenvolvimento de cursos para o setor.

Nos estudos de casos analisados, verificou-se que as principais medidas para atingir esses objetivos incluem o livre acesso das energias renováveis ao mercado de eletricidade, medidas de incentivos fiscais e financeiros e esforços em pesquisa, desenvolvimento e demonstração.

Nos estudos realizados na Alemanha e Espanha, em relação à geração de eletricidade a partir de fontes renováveis, além do livre acesso à rede, está prevista a garantia de compra da energia renovável a um preço no mínimo igual ao do custo evitado da eletricidade na rede de distribuição de baixa tensão acrescido de um prêmio que reflita os

benefícios sociais e ambientais da energia renovável. Para o melhor aproveitamento do biogás produzido a partir de resíduos da pecuária, a possibilidade de conexão das propriedades rurais à rede de distribuição de energia é fundamental importância para a viabilização de projetos em biogás. A produção de energia em um sistema em paralelo permite ao gerador operar a uma potência constante e independentemente da demanda da fazenda, que adquire energia quando a produção é menor do que o consumo e vende energia quando a produção é maior.

Já os incentivos fiscais e financeiros incluem a flexibilidade de depreciação dos investimentos em fontes renováveis, taxas de financiamento menores, subsídios para a implementação de novos projetos e incentivos financeiros para a compra de equipamentos.

Outra variável neste nível é a Política educacional, que envolve identificar quanto esta assegura a qualificação e formação exigida para suprir o setor em termos de força de trabalho (MEYER-STAMER, 2005). Nos estudos de casos, percebe-se que o crescimento acentuado do setor na última década, explicitando o desenvolvimento de mão-de-obra no que tange à formação e qualificação. Iniciativas voltadas ao desenvolvimento tecnológico e capacitação de mão-de-obra para os níveis operacionais do setor são elementos significativos das mesopolíticas do setor da agroenergia na Europa.

Sobre este aspecto destaca que com a implantação do condomínio de agroenergia gerou uma demanda de mão-de-obra muito grande na cadeia do biogás. O setor passou a conviver com a exigência de maior qualificação de seu contingente humano o que por sua vez, intensificou a necessidade de formação específica para esta atividade. Segundo o respondente, esta demanda ainda vai levar um tempo para ser atendida.

Quanto à variável Instituições de P&D, o foco está em considerar quão eficiente, científicas e eficazes são suas ações e como fazem chegar suas descobertas até o *locus* produtivo do setor (MEYERSTAMER, 2005).

No que tange à competitividade, a Política ambiental exerce significativo papel, uma vez que sua eficácia implica, segundo Meyer-Stamer (2005), em alcançar a efetividade técnica e organizacional no sentido de buscar o equilíbrio da questão ecológica junto ao escopo da sustentabilidade. Neste sentido, podem-se verificar outro fator determinante na competitividade que foi identificado, impulsionando a expansão do aproveitamento energético do biogás é a existência de uma legislação ambiental mais rigorosa em relação à coleta, tratamento e disposição de resíduos sólidos e efluentes líquidos. Na União Européia, o biogás foi o combustível obtido a partir da biomassa mais disseminado

nos últimos anos, devido principalmente a medidas regulatórias elaboradas com o objetivo de ampliar a sua produção nos diversos setores econômicos envolvidos (TRICASE; LOMBARDI, 2009). A maior utilização de dejetos animais como material para a produção de biogás foi fortemente estimulada pelas novas diretivas para políticas energéticas, ambientais e agrícolas estabelecidas em diversas normas, podendo citar algumas: A Regulação 1774/2002 estabelece os procedimentos para disposição e uso de subprodutos de origem animal (EC, 2002), bem como as normas temporárias e de implementação subseqüentes, como a Regulação 810/2003 (padrões para o processamento de materiais categoria 3 e dejetos utilizados em plantas de biogás), 92/2005 (disposição e uso de subprodutos animais), 208 e 209/2006 e 185/2007 (padrões para plantas de biogás e compostagem e requisitos para dejetos), Diretiva 91/676/EEC relacionada à dispersão de nitratos, Diretivas 96/92 e 2001/77/EC relacionadas à promoção das fontes renováveis de energia para a produção de energia elétrica.

Os objetivos a serem atingidos são vários: a redução na poluição do ar e do solo relacionadas à disposição de resíduos, a produção de um adubo como subproduto (para fertirrigação) e um aumento na produção de energia a partir de fontes renováveis, com a utilização de tecnologias simples já disponíveis.

Verifica-se que o crescimento deste setor em países da Europa foi impulsionado por uma legislação rigorosa, conforme se pode constatar na descrição do caso na Espanha e Alemanha, no Capítulo 04.

No caso brasileiro, verifica-se ao direcionamento de uma legislação ambiental mais rigorosa, conforme se pode observar no relato de um dos entrevistados no condomínio de agroenergia:

Por exemplo, no Estado do Paraná, hoje para você fazer um licenciamento ambiental, primeiro que você não opera na suinocultura sem ter um licenciamento, primeiro passo, e um grande produtor de bovinos assim como um aviário também não operam sem ter a licença ambiental. E no momento que você vai fazer a licença ambiental, não é exigido que atualmente o produtor tenha que ter o biodigestor instalado, mas é uma premissa que na documentação da licença ambiental tenha o cronograma de implantação do biodigestor, então se o órgão ambiental do estado do Paraná já está se atendo a essa questão então isso está colaborando pra que surjam novos projetos na área de biogás.

Nesse sentido, a Agência Internacional de Energia destaca a importância da melhoria do arcabouço regulatório relacionado a essas questões ambientais, especialmente nos países em desenvolvimento, para promover o aproveitamento energético do biogás (IEA, 2009).

5.2 ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DOS CONDOMÍNIOS DE AGROENERGIA

Durante a pesquisa de campo e a aplicação dos procedimentos propostos para a concepção de condomínios de agroenergia para áreas de concentração da suinocultura, uma questão acompanhou o pesquisador: este tipo de arranjo produtivo é viável economicamente a luz dos indicadores financeiros tradicionais – Valor presente líquido, Taxa interna de retorno, Tempo e retorno de capital?

Para tentar responder esta questão, apresentam-se neste trabalho duas análises de viabilidade deste tipo de empreendimento. A primeira apresenta-se o estudo de viabilidade econômico-financeira do Condomínio de Agroenergia implantado na Espanha, a Planta de Biogás de ULTZAMA. Para tal estudo, utilizou-se um software específico que permitiu avaliar a viabilidade técnica, econômica a partir dos dados específicos fornecidos pelo gestor da planta de Biogás. Este software foi desenvolvido no âmbito do projeto AGROGAS, no qual o pesquisador participou durante o seu Estágio Doutoral no exterior. O resultado pode ser visualizado no anexo A.

Também, foi realizado um estudo da viabilidade econômico-financeira na implantação de um condomínio de agroenergia em áreas de concentração da suinocultura, conforme exposto no item 5.3.2.4, na validação da metodologia de concepção de condomínios de agroenergia proposta.

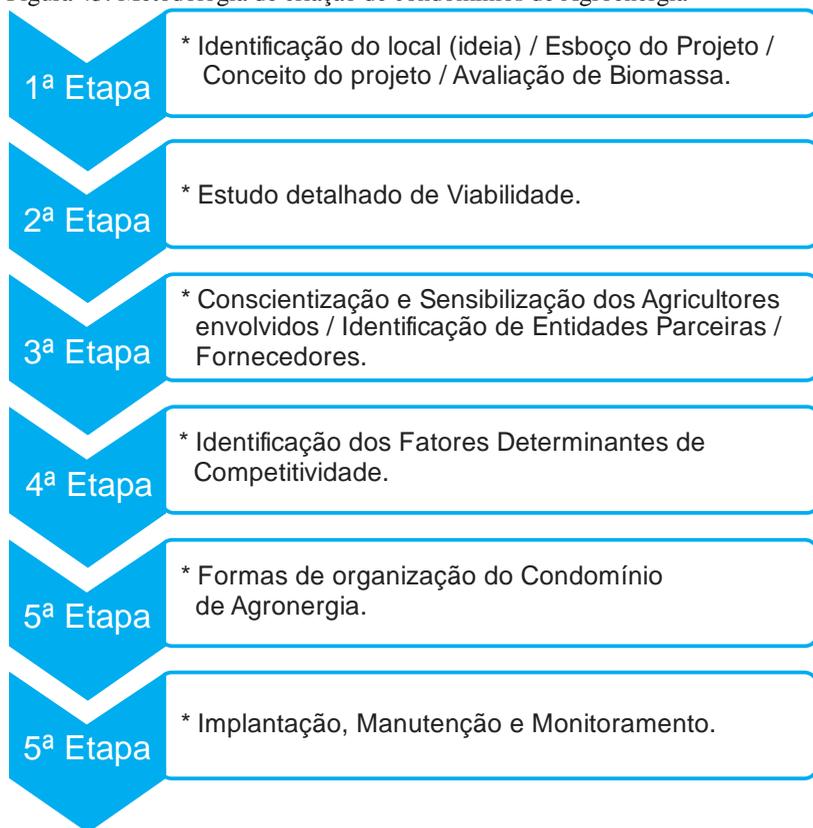
5.3 CRIAÇÃO DE METODOLOGIA PARA A IMPLANTAÇÃO DE UM CONDOMÍNIO DE AGROENERGIA COM BASE NOS ESTUDOS DE CASOS

De acordo com os estudos de casos analisados, verificou-se que o planejamento (criação) de um condomínio de agroenergia baseia-se no estudo de 3 grandes áreas, que são: disponibilidade de substrato (qual a quantidade de substratos disponível para serem utilizados para a geração de biogás, qual o seu custo, como é feito o transporte deste substrato); modelo de biodigestores (usinas) de biogás (qual a tecnologia para a geração de biogás, qual o conceito (descentralizada e/ou centralizada),

quais os custos para geração de energia, quem irá operar as instalações; destino dos produtos da biodigestão (formas de venda da energia gerada, quem realiza a captação da energia, custos envolvidos para a distribuição da energia, destino do biofertilizante).

Com base nos estudos, elaborou-se uma metodologia para implantação de um condomínio de agroenergia voltado para áreas de concentração da suinocultura (Figura 43). A elaboração e implantação de um projeto para criação de um condomínio de agroenergia abrangem as seguintes etapas:

Figura 43: Metodologia de criação de condomínios de Agroenergia



Fonte: Autoria própria

5.3.1 Descrição das etapas

1º ETAPA: Identificação do local (ideia) / Esboço do Projeto / Conceito do projeto / Avaliação de Biomassa.

Na primeira etapa, deve-se realizar a identificação do local com potencial para a construção de biodigestores (usina) de biogás. É o momento de ser decidido (pela entidade responsável do projeto e/ou produtor (es) rural (is) a possibilidade de conceber um projeto de biogás. Nesta etapa, é necessária a elaboração de um esboço do projeto a fim de ser um guia/referência para a concretização e avaliação do empreendimento. O esboço do projeto servirá como base do estudo da viabilidade técnica, verificação inicial de possíveis financiamentos e fomento, fornecedores, prestadores de serviços necessários para a execução.

É importante neste momento de concepção do projeto que se tenha informações acerca de procedimentos, exemplos de outros projetos já elaborados (uma grande contribuição pode ser verificada no item 4 deste trabalho), a fim de obter conhecimento a respeito de planejamento, operação, etc. Conforme já mencionado, um projeto de biogás deve levar em consideração três grandes áreas, ou seja, é necessária uma análise com a avaliação da disponibilidade de biomassa, o conceito da usina de geração até o destino final dos produtos oriundos do processo de biodigestão.

A elaboração do esboço do projeto tem como objetivo uma primeira avaliação das possibilidades/oportunidades do projeto, busca de conhecimento no mercado sobre o setor e a visita in loco por experiências práticas (se possível). Nesta etapa alguns itens devem ser analisados a fim de não inviabilizar as etapas seguintes:

- Verificar a disponibilidade de biomassa em longo prazo para que o projeto possa ser executado;
- Disponibilidade de tempo por parte dos interessados para a concepção, planejamento e execução do projeto;
- Visitas a outros projetos de biogás (se possível): visitas técnicas como oportunidade de obter experiência e informações, visualização de opções construtivas para as instalações, etc.;
- Verificar o destino da energia produzida e biofertilizante: deve-se analisar como serão comercializado, distribuídos os produtos da biodigestão;

- Orçamento disponível: avaliação das possibilidades de financiamento (conhecimento); deve-se perguntar da disponibilidade de dinheiro em caixa.

Nesta etapa, é importante que se busque um mínimo de conhecimento sobre os aspectos do projeto e o que se pretende implementar.

Quadro 10: Resumo da primeira etapa

Identificação do local (ideia) / Esboço do Projeto / Conceito do projeto / Avaliação de Biomassa.	
Verificar a disponibilidade de biomassa em longo prazo	Pretende-se modificar a (s) propriedade (es) ao longo do tempo? Por quanto tempo a propriedade (s) estará nesta atividade? Quais os resíduos estarão disponíveis a longo prazo?
Disponibilidade de tempo	Quem estiver à frente do projeto, produtor, haverá tempo disponível para os trabalhos de rotina, manutenção? É necessário contratação de mão-de-obra?
Visitas a outros projetos de biogás	Visitas técnicas para obter informações. Que experiência se tem de projetos em execução? Quais as opções de equipamentos, modelos de biodigestores disponíveis no mercado? Quais foram às dificuldades do projeto?
Verificar o destino da energia produzida, biofertilizante.	Será utilizado para autoconsumo das propriedades? Será vendida energia para a rede pública? Fertilizantes serão aplicados nas propriedades?
Orçamento disponível	Qual a estimativa de recursos disponíveis? Buscará fomento para o projeto?

2º ETAPA: Estudo detalhado de Viabilidade

A segunda etapa é a crucial para a implantação ou não do condomínio de agroenergia. O estudo é baseado no esboço do projeto (etapa anterior) e enfocará na determinação e verificação detalhada de todos os dados iniciais técnicos, econômicos do projeto. Ressalta-se que ao contrário da primeira etapa, que contém uma avaliação qualitativa do projeto, a etapa do estudo detalhado de viabilidade compreende uma avaliação quantitativa do projeto e das possíveis formas de organização.

No momento em que será realizada a elaboração do estudo de viabilidade, deverão ser considerados os seguintes itens:

- Disponibilidade de biomassa;
- Seleção da área onde serão instaladas as infraestruturas;
- Definição da logística do biogás;
- Seleção da tecnologia a ser utilizada;
- Forma de utilização do gás e biofertilizante.

Para a realização do estudo é importante a busca de pessoas especializadas no assunto, podendo ser a contratação de escritórios de projetos de biogás, contato de consultores da área, instituições de suporte a agricultura/pecuária, uma vez que, estes profissionais dispõem de experiência na construção e operações de projetos com biogás, auxiliando em questões diversas, como na escolha e requisitos do local de instalação dos equipamentos, concepção, execução e operação.

Com relação à disponibilidade de biomassa, para a construção e operação dos biodigestores é crucial que seja realizado o levantamento da quantidade de material orgânico a ser disponível ao longo dos anos, verificando assim, se será suficiente para o funcionamento do projeto. Neste quesito é necessário verificar a quantidade de biomassa fornecida, se há custos no fornecimento da biomassa, o tamanho das áreas disponíveis para armazenamento da biomassa, se existe possíveis futuros fornecedores de biomassa. Estes aspectos devem ser levados em consideração visando à viabilidade do processo na prática.

Outro item a ser considerado, no momento do estudo da viabilidade, é a seleção da área onde serão realizadas as instalações de infraestrutura, uma vez que se devem considerar, as características do solo, aspectos legais para a autorização da construção das estruturas (por exemplo, gasoduto), aspectos referente à logística da biomassa, além de, atentar-se aos aspectos sociais.

Na seleção da área onde será executado o projeto é preciso examinar a área, obtendo informações das características do terreno, do subsolo, verificar a distância do ponto de injeção da energia na rede elétrica (interna e/ou rede pública), analisar os aspectos sociais relacionados com o projeto, se a vizinhança será afetada, proteção ambiental a ser considerada. Neste item será realizada a definição dos locais de instalação dos biodigestores, definição do traçado do gasoduto.

Na definição da logística, há a necessidade de definir a quantidade de biomassa e garantir seu fluxo contínuo para a operação dos biodigestores, além de garantir que o biogás chegue à unidade de cogeração instalada.

Referente à tecnologia a ser utilizada, deve-se identificar e definir qual a tecnologia de biodigestão a ser utilizada conforme a biomassa disponível, infraestrutura existente, atores envolvidos.

Outro fator essencial na elaboração do estudo de viabilidade é a utilização do gás e biofertilizante, ou seja, deve ser decidido sobre o tipo de aproveitamento energético do biogás gerado e o destino a ser dado pelo biofertilizante produzido.

Quadro 11: Resumo da segunda etapa

Estudo detalhado de Viabilidade	
Disponibilidade de biomassa	Qual a quantidade de biomassa disponível? Existem áreas para o armazenamento desta biomassa?
Seleção da área onde serão instaladas as infraestruturas	Quais as características do terreno onde serão instaladas as infraestruturas? O subsolo é adequado? Existe vizinhança que será afetada?
Definição da logística do biogás	Qual a quantidade de biomassa a ser considerada? Qual a quantidade de biofertilizante a ser produzido? Que tecnologias de bombeamento e transferência devem ser utilizadas?
Seleção da tecnologia a ser utilizada	Quais empresas serão as fornecedoras de matérias e equipamentos? Qual modelo de biodigestor a ser utilizado?
Forma de utilização do gás e biofertilizante	Quais possibilidades de aproveitamento energético? Biogás será utilizado como fonte de energia térmica? Tratamento para ser utilizado como combustível para veículos? Geração de energia para consumo próprio?
Avaliação e tomada de decisão	Criação de um plano de custos

3º ETAPA: Conscientização e Sensibilização dos Agricultores envolvidos /Identificação de Entidades Parceiras.

Outra questão a ser abordada em projetos que envolvem o biogás é proporcionar a conscientização dos produtores envolvidos no projeto por meio da Educação para a conscientização ambiental. Também é necessária a identificação das possíveis entidades parceiras do projeto.

Quadro 12: Resumo da terceira etapa

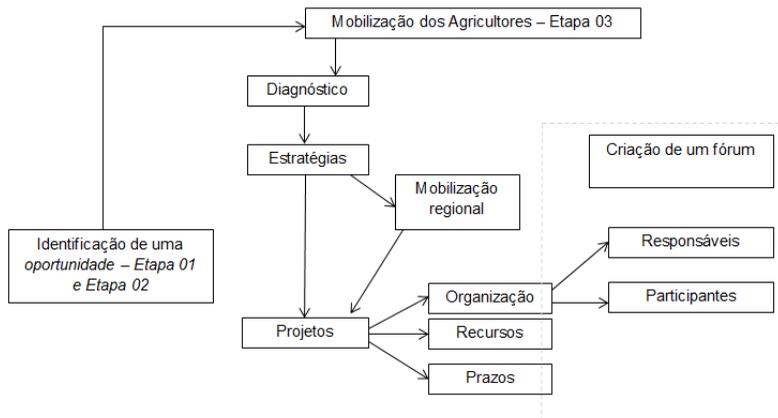
Conscientização e Sensibilização dos Agricultores envolvidos /Identificação de Entidades Parceiras	
Conscientização e Sensibilização dos Agricultores envolvidos	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar o estágio atual da gestão dos efluentes e resíduos orgânicos nas propriedades eleitas. - Proporcionar a sensibilização e a educação ambiental dos produtores participantes deste projeto. - Reuniões com os produtores envolvidos no projeto para divulgação e conscientização de Educação Ambiental
Identificação de Entidades Parceiras	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar as potenciais entidades parceiras para a execução do projeto.

4º ETAPA: Mobilização da Cadeia (Fatores de Competitividade)

Com a identificação da oportunidade de criação de um condomínio de Agroenergia e a mobilização dos Agricultores, na 4ª Etapa parte-se para o diagnóstico dos fatores de competitividade e mobilização dos atores da cadeia produtiva para o desenvolvimento dos condomínios de agroenergia (Figura 44). Conforme visto na abordagem do IAD, a competitividade de um aglomerado é dividida em quatro níveis: micro, meta, meso e macro.

No nível Macro (País e Estado) deve-se ser observada a legislação geral e para o setor. No nível Meso (microrregião) devem ser observadas as condições infra-estruturais na microrregião (educação, suportes diversos), políticas de desenvolvimento regional, fóruns, integração entre as instituições de suporte. No nível micro (propriedades) verificar a competitividade individual das propriedades: tecnologia, gestão, qualidade, etc. No nível meta (cooperação) o ambiente sociocultural para a gestão cooperada e cooperação em geral, legislação e técnicas sobre cooperativas, apoio para institutos de pesquisa, etc.

Figura 44: Esquema para identificação dos fatores determinantes de competitividade



Fonte: Adaptado de Casarotto e Pires (2001)

Esta subdivisão ajudará na identificação das respectivas responsabilidades: partes do projeto de responsabilidade de governos, de associações, os próprios produtores, em esferas de país, estados, microrregiões ou individuais.

5º ETAPA: Formas de organização do Condomínio

Esta etapa tem como meta o estabelecimento das formas de organização do embasamento jurídico do Condomínio, de modo que possa lhe dar estrutura societária, estabelecendo critérios de responsabilidade e participação de resultados.

Quadro 13: Resumo da quinta etapa

Formas de organização do Condomínio	
Deliberação do Condomínio	Reunião com a comunidade
Regulamentação do Condomínio	Elaboração do contrato particular de convenção de condomínio. Elaboração do regulamento interno do condomínio
Realização da Assembleia Geral Ordinária	Legalização do condomínio Determinação das diretrizes para o funcionamento do condomínio

6º ETAPA: Implantação, Manutenção e Monitoramento.

A sexta etapa refere-se ao processo de implantação do condomínio de agroenergia, bem como o planejamento da sua manutenção e monitoramento das operações.

Quadro 14: Resumo da sexta etapa

Implantação, Manutenção e Monitoramento	
Implantação	- Definição das responsabilidades e prazos para a execução das obras de instalações dos biodigestores, gasoduto, Grupo Motores geradores, infraestrutura do condomínio de agroenergia.
Manutenção e Monitoramento	- Definição das responsabilidades e prazos para a manutenção preventiva do condomínio de agroenergia. - Definição da forma de monitoramento da operação do projeto.

5.3.2 Aplicação e validação da metodologia proposta para concepção de condomínios de agroenergia

Para um melhor entendimento da aplicação e validação da metodologia proposta para a concepção de condomínios de agroenergia para áreas de concentração da suinocultura, primeiramente será exposta descrição da concepção do condomínio de agroenergia com a utilização da metodologia proposta e posteriormente apresentada uma síntese das etapas aplicadas da metodologia proposta correlacionando com o caso prático realizado.

5.3.2.1 Histórico do condomínio de Agroenergia (Aplicação da Metodologia Proposta)

O caso prático para aplicação e validação da metodologia proposta foi realizado no município de Tucunduva (RS), em duas propriedades rurais de médio porte que possuem como atividade principal a criação de suínos. Além da produção dos animais cada uma das propriedades possui 15 ha para cultivo de grãos (milho, soja) e a criação de bovinos para consumo próprio.

Ambas as propriedades, tiveram início das atividades na suinocultura em meados da década de 90. No início, a produção era pequena, com poucas técnicas de produção e com apenas alguns animais. O comércio dos animais era realizado nas próprias propriedades para

vizinhos, outros pequenos produtores rurais. Não havia tratamento dos dejetos, sendo que todo o volume gerado era facilmente absorvido nas áreas de cultivo dos grãos. Com o passar dos anos, houve uma expansão da produção, que levou a um significativo aumento do volume dos resíduos, causando problemas com o meio ambiente, além de reclamações dos vizinhos, devido aos odores desagradáveis e surgimento de moscas. As áreas de cultivo de cereais passaram a produzir basicamente uma monocultura (o milho), destinado à produção de alimentos para os animais das fazendas.

Atualmente, as propriedades se configuram como Unidades Produtoras de Leitões – denominadas pela sigla UPL. Uma das propriedades, neste estudo denominada de propriedade “A” se configura como UPL 8 kg, com um plantel de 400 matrizes e um volume diário de dejetos estimado em 18 metros cúbicos. A outra propriedade, denominada propriedade “B” se configura como uma Unidade Produtora de Leitões – UPL 23 kg, com um plantel de 550 matrizes e um volume diário de dejetos estimado em 25 metros cúbicos.

Na Figura 45, pode-se visualizar a localização das propriedades, bem como, a posição geográfica que está situada uma da outra.

Figura 45: Visualização das propriedades do projeto



Fonte: Google Earth (2011)

No ano de 2002, firmaram acordo com determinada agroindústria, em um sistema de parceria, muito comum no Brasil. Bonett e Monticelli (1998) descrevem que o Sistema de Parceria é formalizado através de contratos que apresentam exigências quanto à origem da genética,

especificações, técnicas de manejo e retirada de medicamentos e o provimento de assistência técnica e transporte. Os contratos apresentam garantias formais de compra e venda às agroindústrias vinculadas e especificações de volume e prazos, exigência de exclusividade, definição de um preço de referência e de critérios de remuneração em função do desempenho e uniformidade.

5.3.2.2 A instalação de biodigestores nas propriedades

No ano de 2004, a agroindústria na qual as propriedades eram parceiras, criou um Programa para a Suinocultura Sustentável. A meta era levar aos pequenos e médios criadores em sistema de parceria ao sofisticado mercado de créditos de carbono e garantir uma importante fonte de receita para os suinocultores.

A concepção do projeto começou com a possibilidade de gerar créditos de carbono com as florestas de eucalipto da empresa, plantada para abastecer de biomassa o processo industrial de geração de vapor. Isto levou a Agroindústria a iniciar, no ano de 2003, estudos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL ou CDM, em inglês). Uma das conclusões foi de que o projeto mais promissor era na suinocultura, pois a carga orgânica poluidora dos dejetos suínos é 25 vezes maior do que a do ser humano. Nas regiões com alta concentração de suínos, parte desses dejetos é lançada no solo e em cursos d'água, sem tratamento adequado. O projeto de MDL previu a instalação de biodigestores. O programa estabeleceu, por contrato, que o suinocultor receberia os aparelhos em regime de comodato, abatendo o investimento com a geração dos correspondentes créditos de carbono, os quais seriam negociados pela própria agroindústria integradora, conforme Figura 46.

Figura 46: Fluxograma do Programa 3S



Fonte: Instituto Sadia de Sustentabilidade (2010)

Ao longo do ano de 2005, a agroindústria promoveu uma ampla divulgação entre os suinocultores que tinham contrato em sistema de parceira, onde a adesão ao projeto era voluntária. O investimento dos produtores foi mínimo e de acordo com a viabilidade econômica de cada um. Da parte da agroindústria, obteve-se R\$ 60 milhões de um financiamento aprovado pelo BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social). Deste contexto, as propriedades (“A” e “B”) fizeram a adesão ao Projeto e instalaram biodigestores em seus sistemas produtivos.

No ano de 2007, os equipamentos foram instalados. O modelo de biodigestor foi encomendado pela agroindústria a fornecedores nacionais, de forma a ter um custo acessível até para os menores produtores, aqueles que têm plantéis de até 300 animais nas granjas. O modelo escolhido foi a lagoa anaeróbica coberta (Figura 47, à esquerda). Conforme descreve Pereira et al. (2009) este modelo é constituído por uma caixa de entrada, para onde são canalizados os dejetos provenientes das unidades criadoras; uma câmara de fermentação subterrânea revestida com material impermeabilizante; campânula superior construída com lona plástica para reter o biogás produzido; uma caixa de saída, por onde passa o efluente final sendo conduzido para uma esterqueira; um registro para saída do biogás. Por questões de segurança o biodigestor deve estar cercado e seus arredores limpos, dessa maneira oferecendo um risco menor de ocorrer furos na lona da campânula.

Figura 47: Biodigestor modelo lagoa anaeróbica coberta e lagoa facultativa



Fonte: Pesquisa

Com cobertura de lona de PVC, vem sendo o mais implantado em território brasileiro comparado aos outros modelos, devido aos menores custos de instalação e facilidade de implantação (HAACK, 2009; KARQUÍDIO, 2009). Com a largura maior que a profundidade, possui

uma grande área de exposição ao sol, que em climas quentes contribui para a produção de biogás pela elevação da temperatura (CASTANHO; ARRUDA, 2008). Este modelo é indicado para grandes volumes de dejetos, pois apresenta um valor financeiro mais acessível para implantação. Na região Sul, devido à incidência do inverno, na estação fria, a produção de biogás diminui neste tipo de equipamento.

Neste modelo de biodigestores, caracterizado como do tipo processo em contínuo, a matéria-prima é colocada continuamente e quase sempre diretamente dentro da câmara de digestão, sendo assim, a produção de biogás e biofertilizante ocorrem de forma contínua, ou seja, nunca cessam. O biofertilizante oriundo do processo é depositado em lagoas abertas ao lado dos biodigestores (conforme figura 47, à direita). Deve-se salientar que não há odor nos arredores do biodigestor e da lagoa onde fica armazenado o biofertilizante.

Até meados do ano de 2011, o biogás gerado nos biodigestores era apenas queimado em Flaire (equipamento que faz a queima do Biogás em altas temperaturas) para a acreditação do crédito de carbono, e não era utilizado de outra forma na propriedade. Neste período, a empresa agroindustrial foi vendida a outro grupo comercial, que não deu continuidade ao programa dos créditos de carbono, sendo repassado o biodigestor (já instalado) para as propriedades, considerando que o biodigestor já havia sido quitado com as medições realizadas de 2007 a meados de 2011. Visualizando outras oportunidades, começaram os estudos, por parte de um dos proprietários, para viabilizar outras formas de aproveitamento do biogás.

Com o aumento da produção, os custos com as fontes de energia (basicamente) para a exploração da atividade teve um considerável aumento (fábrica de ração, aquecimento dos animais, casas de funcionários), fatos substanciais para a iniciativa de aproveitamento dos resíduos. Com a ajuda de profissionais qualificados, avaliações começaram a ser realizada na busca da possibilidade de eliminação dos problemas, principalmente de ordem ambiental e, particularmente, a valorização da utilização dos resíduos da produção.

Verificou-se que a melhor alternativa para o aproveitamento dos dejetos suínos era criação de um condomínio de agroenergia, o qual foi finalizado sua construção no ano de 2014. A partir de agora os esforços se concentram na descrição da dinâmica de seu funcionamento.

5.3.2.3 Dinâmica de funcionamento

Todo o dejetos produzido nas propriedades é destinado para dentro de cada biodigestor modelo lagoa anaeróbica coberta (Figura 47) localizado em cada uma das unidades de produção, onde o mesmo passa por um tempo de residência hidráulica estimado em 30 dias.

Figura 48: Tubulação coletora de dejetos



Fonte: Arquivo do autor

Todo o biogás produzido nos biodigestores das duas propriedades é direcionado a uma central de recebimento (balão de armazenamento mostrado na Figura 49, à direita), localizada em uma das propriedades. Para isso foi construído um gasoduto interligando as duas propriedades (Figura 49, à esquerda), dando formato a um pequeno condomínio de agroenergia.

Figura 49: Visualização do gasoduto e balão de armazenamento



Fonte: Google Earth e Arquivo do Autor

O gasoduto (Figura 50) possui 470 metros de comprimento, cobrindo a distância entre as duas propriedades, e o biogás é transportado por meio de tubulação rígida de PVC com 100 mm de diâmetro.

Figura 50: A esquerda: gasoduto sendo construído / A direita: gasoduto finalizado



Fonte: Arquivo do Autor

Figura 51: Início do gasoduto



Fonte: Arquivo do Autor

O biogás armazenado no balão é, após, enviado através de tubulação de PVC 50mm até o Conjunto Motor/Gerador (CMG), instalado em uma das propriedades (Figura 52, à esquerda). Esse conjunto

consiste em um motor de combustão interna, adaptado para o uso do biogás como combustível, acoplado a um gerador de eletricidade trifásico, gerando energia para uma das propriedades, utilizando um sistema de distribuição interno e isolado. Há um painel de comando, onde se encontram informações sobre a energia gerada pelo grupo motor-gerador a biogás e a provinda da concessionária local de eletrificação rural; através do acionamento de uma chave central, os proprietários escolhem qual energia utilizar na propriedade rural.

O conjunto motor/gerador de eletricidade trifásico possui as seguintes especificações: Modelo GGB 80 kVA BIOGÁS, com potência 80 kVA stand BY / 75 kVA contínuo; dimensões altura/largura/comprimento de 1200mm X 1000mm X 2000mm; e peso de 1.000 kg. A energia elétrica produzida é utilizada em uma das propriedades, suprindo 100% de suas necessidades em energia elétrica.

Quando bem operado, o sistema de digestão produz biogás com até 70% de metano, que é utilizado nesta condição, sendo o responsável pelo poder calorífico aproveitado no CMG. O biogás apresenta em sua composição resquícios de gases corrosivos (em especial hidreto de enxofre, ou gás sulfídrico); para reduzir a entrada destes gases no CMG, os proprietários instalaram purificador, sob a forma de um cilindro filtrante, no qual o biogás entra em contato com limalha de ferro, eliminando parte das impurezas, além de outros filtros acoplados ao próprio CMG.

Figura 52: Conjunto motor-gerador e medidor de consumo de biogás



Fonte: Arquivo do Autor

O CMG instalado requer alguns cuidados, conforme recomendações de manutenção do sistema, como: troca de óleo e filtro a cada 250 horas; troca das velas de ignição a cada 500 horas, devendo

serem limpas a cada 250 horas; e a água do sistema de arrefecimento e o nível de óleo devem ser verificados diariamente.

O consumo de biogás observado (Figura 52, à direita) varia entre 10 e 15 metros cúbicos/hora no CMG, dependendo da potência elétrica gerada. A geração de energia elétrica pelo CMG, isto é, a potência instalada de um sistema isolado, irá depender do consumo de energia da propriedade. Neste caso, o motor funciona numa velocidade que pode ser variada conforme a necessidade de geração de energia, uma vez que não há excedente de produção e a potência do CMG já está fixada. O desligamento do sistema para a manutenção é programado em horários em que o consumo de energia é menor.

O monitoramento da geração de energia elétrica, para avaliação técnica do sistema, demonstrou que a eletricidade gerada é alimentada à rede de distribuição em baixa tensão de 220/380 VAC e que, no ponto mais distante do sistema, a queda de tensão verificada não ultrapassou a 1,2%, considerando um fator positivo em se tratando de um sistema isolado de geração de energia.

A energia gerada é utilizada apenas em uma das propriedades, 100% para a iluminação das instalações, sistema de aquecimento dos animais, funcionamento de uma fábrica de ração, funcionamento de uma central de secagem de grãos (utilizado para ambas as propriedades) e de uma central de produção de sêmen suíno (utilizado para ambas as propriedades). Nesta percepção, houve redução de custo energético e economia da energia elétrica provinda de rede da concessionária, bem como nos custos de transporte, armazenagem e secagem de grãos, que antes eram levados até a cooperativa para secagem e, após, retornavam as propriedades. Para a instalação dos sistemas, os proprietários decidiram investir um montante de capital próprio, que foi aplicado para a manutenção dos biodigestores (uma vez que tinham recebido por doação), a instalação do gasoduto (compra de materiais), e a construção de dois silos secadores de grãos.

No processo de secagem dos grãos, houve uma redução do custo de 20% do total produzido nas propriedades. No silo de alvenaria, a secagem se processa por meio da passagem de ar natural, realizada com ajuda de ventiladores movidos a energia elétrica. O ar não aquecido retira a umidade dos grãos de forma menos agressiva, evitando perda de qualidade durante o processo. Desta forma, em uma mesma estrutura, é obtida a secagem e armazenamento, permitindo monitorar, interferir e corrigir problemas, quando necessário, por meio da aeração dos grãos. A energia utilizada para a manutenção do processo é provinda do sistema de geração próprio.

Análises laboratoriais do biofertilizante produzido nas propriedades objeto do estudo indicaram as seguintes faixas de concentrações: de 0,5 a 4,0 % para o nitrogênio, de 0,5 a 5,0% para o fósforo, de 0,5 a 3,0% para o potássio e cerca de 90 a 95% para a água. O biofertilizante é usado nas plantações de milho e adubação de pastagens, além de também ser comercializado com outras propriedades vizinhas. Em áreas testes, nas plantações de milho, o uso exclusivo de biofertilizante foi insuficiente para fornecer os nutrientes necessários, a fim de manter-se o nível de produção obtido quando do uso de fertilizantes químicos. Neste caso, 35% do adubo necessário para a plantação é proveniente do biofertilizante, sendo o restante completado com os adubos químicos.

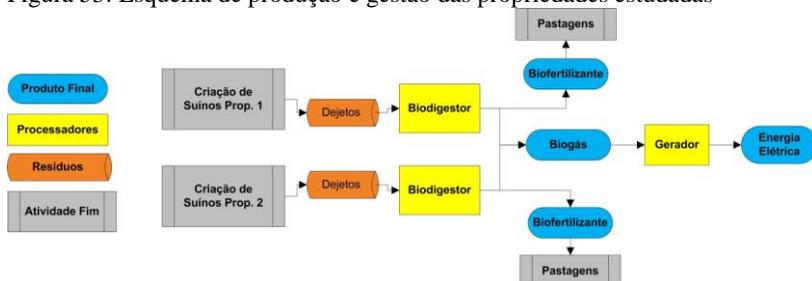
Embora as ações adotadas, até o momento, resultem em vantagens econômicas, ambientais e sociais, ainda há oportunidades não exploradas, como por exemplo, a instalação de canal de transmissão da energia produzida para a outra propriedade e o uso da energia solar para aquecer os biodigestores, ou para outros fins. Segundo os autores Axaopoulos e Panagakis (2003), pode ser utilizado um sistema de aquecimento dos biodigestores para aumentar a sua eficiência. Para tal, necessita-se de estudos de viabilidade dessas alternativas, devendo ser considerado diversos aspectos da relação custo-benefício.

As buscas de formas alternativas de energia a partir de seus resíduos gerados na produção tendem a aumentar a competitividade das propriedades rurais, visto em um cenário em que a redução da margem de lucro da atividade é frequentemente assolada por crises, os esforços para maximizar a eficiência de todo o processo produtivo é de suma importância. Neste sentido, as propriedades rurais devem visualizar os seus resíduos não como um problema, mas como matérias-primas, e ir à busca de alternativas para seu aproveitamento, visando um desenvolvimento sustentável de seus processos.

Contata-se neste estudo de caso, que a criação de condomínios de Agroenergia na suinocultura são atrativos, porque oferecem escala para a Economia do Biogás. É possível aos condomínios se associarem interligando seus gasodutos a uma só central geradora de energia, proporcionando uma economia em escala altamente viável para os participantes e resultados importantes ambientais, energéticos e principalmente econômicos. Este arranjo tem como perspectiva um modelo de cooperativismo com biogás, independente da vinculação do produtor a outras cooperativas, ou integrações.

As atividades das propriedades estão ilustradas esquematicamente na Figura 53, indicando os resíduos gerados e a sua exploração.

Figura 53: Esquema de produção e gestão das propriedades estudadas



Fonte: Autoria Própria

5.3.2.4 Custo e fonte de financiamento

Foram realizados estudos, tanto de viabilidade técnica quanto de viabilidade econômica, chegando-se à conclusão de que, para a viabilização do processo, era necessário a junção da produção de todo o biogás produzido nas duas propriedades; surge, desta iniciativa, a concepção do pequeno condomínio de agroenergia.

O investimento inicial necessário para o pleno funcionamento do projeto nas propriedades, objeto do estudo, é de R\$ 181.700,00 reais, detalhados no quadro 15.

Quadro 15: Investimento inicial

Investimentos	Valor em reais
Grupo Motor/Gerador	R\$ 50.000,00
Casa de Máquinas	R\$ 1.000,00
Balão de Armazenamento	R\$ 3.000,00
Gasoduto	R\$ 2.700,00
(02) Biodigestores (lagoa anaeróbica coberta)	R\$ 90.000,00
Silo secagem/armazenagem	R\$ 35.000,00
Total	R\$ 181.700,00

Fonte: Dados do autor

Estima-se que o condomínio de agroenergia proporcione uma economia anual de R\$ 53.843,72 reais (ano base 2015), considerando a redução do consumo da energia elétrica na propriedade rural, visto que a energia elétrica gerada pelo biodigestor é utilizada para iluminar as instalações, aquecer os animais, no funcionamento da fábrica de ração e de uma central de secagem de grãos (utilizado para ambas as propriedades) e de uma central de produção de sêmen suíno (utilizado

para ambas as propriedades). O detalhamento da economia é apresentado no Quadro 16.

Quadro 16: Redução de gastos na propriedade em estudo

Redução de Gastos	Mensal	Anual
Economia de Energia	R\$ 2.500,00	R\$ 30.000,00
Secagem grãos	R\$ 666,67	R\$ 8.000,00
Transporte	R\$ 195,31	R\$ 2.343,72
Biofertilizante	R\$ 1.125,00	R\$ 13.500,00
Total	R\$ 4.486,98	R\$ 53.843,72

Fonte: Dados do autor

Os gastos mensais correspondem a troca de óleo e jogo de velas, com custo mensal de R\$ 160,00 reais R\$ 25,00 reais respectivamente, totalizando R\$ 2.220,00 anualmente. Ainda é considerada a depreciação mensal de R\$ 1.580,83 reais, a mesma é apresentada no Quadro 17.

Quadro 17: Relação de bens patrimoniais

Bens	Valor histórico	Expectativa de vida útil	Depreciação mensal	Depreciação anual
Grupo Motor/Gerador	R\$ 50.000,00	5	R\$ 833,33	R\$ 10.000,00
Casa de Máquinas	R\$ 1.000,00	15	R\$ 5,56	R\$ 66,67
Balão de Armazenamento	R\$ 3.000,00	10	R\$ 25,00	R\$ 300,00
Gasoduto	R\$ 2.700,00	10	R\$ 22,50	R\$ 270,00
Biodigestores	R\$ 90.000,00	15	R\$ 500,00	R\$ 6.000,00
Silo secagem/armazenagem	R\$ 35.000,00	10	R\$ 194,44	R\$ 2.333,33
Total	R\$ 181.700,00	-	R\$ 1.580,83	R\$ 18.970,00

Fonte: Dados do autor

O fluxo de caixa foi projetado para o período de 10 anos sendo apresentado no quadro 04. Destacam-se os reinvestimentos na troca do motor nos anos 05 e 10 e as receitas são consideradas em função das possibilidades na redução dos gastos, valores detalhados no Quadro 18.

Quadro 18: Fluxo de caixa projetado

DESCRIÇÃO	ANOS				
	0	1 a 4	5	6 a 9	10
Receitas		R\$ 53.843,72	R\$ 53.843,72	R\$ 53.843,72	R\$ 53.843,72
Gastos		-R\$ 21.190,00	-R\$ 71.190,00	-R\$ 21.190,00	-R\$ 71.190,00
Troca de Óleo		-R\$ 1.920,00	-R\$ 1.920,00	-R\$ 1.920,00	-R\$ 1.920,00
Jogo de Velas		-R\$ 300,00	-R\$ 300,00	-R\$ 300,00	-R\$ 300,00
Depreciações		-R\$ 18.970,00	-R\$ 18.970,00	-R\$ 18.970,00	-R\$ 18.970,00
Troca de motor			-R\$ 50.000,00		-R\$ 50.000,00
Lucro/Prejuízo		R\$ 32.653,72	-R\$ 17.346,28	R\$ 32.653,72	-R\$ 17.346,28
Depreciações		R\$ 18.970,00	R\$ 18.970,00	R\$ 18.970,00	R\$ 18.970,00
Investimento Inicial	-R\$ 181.700,00				
Fluxo de Caixa	-R\$ 181.700,00	R\$ 51.623,72	R\$ 1.623,72	R\$ 51.623,72	R\$ 1.623,72

Fonte: Dados do autor

Com o fluxo de caixa projetado foram calculados os seguintes métodos de análise de investimentos: Payback Descontado, Valor Presente Líquido e Taxa de Retorno, a Taxa Mínima de Atratividade é de 12% ao ano para análise do projeto.

Os resultados encontrados foram: Payback descontado de 5,92 anos, Valor Presente Líquido de R\$ 65.515,53 e TIR de 21,16%. Considerando os valores projetados no fluxo de caixa e a TMA definida o projeto é viável, pois, o VPL é positivo e a TIR é maior que a TMA.

Foram efetuados cálculos adicionais considerando análise de sensibilidade das variáveis Receitas e Gastos. Os cenários 1 e 2 projetam redução, o primeiro de 30% nas receitas e posteriormente 30% nos gastos e o segundo redução de 10% nas mesmas variáveis. Os cenários 3 e 4 estimam aumento, primeiramente de 30% nas receitas e posteriormente 30% nos gastos e na sequência de 10% nas mesmas variáveis. Os valores encontrados dos VPLs, considerando TMA de 12% ao ano, na análise de sensibilidade são apresentados no Quadro 19.

Quadro 19: Análise de sensibilidade

Cenários	Varição	Receitas	Gastos
01	-30%	R\$ 12.244,74	R\$ 104.435,72
02	-10%	R\$ 70.092,62	R\$ 106.216,88
	0%	R\$ 65.515,53	R\$ 65.515,53
03	30%	R\$ 191.784,23	R\$ 83.411,48
04	10%	R\$ 130.938,43	R\$ 94.814,18

Fonte: Dados do autor

Percebe-se que, sensibilizando as variáveis Receitas e Gastos e, calculando o pior e o melhor resultado do Valor Presente Líquido para ambos, a maior diferença entre esses dois valores é encontrada na variável Receitas, desta forma, esta é mais sensível, ou seja, de maior risco em função das variações efetuadas.

Além dos Benefícios econômicos, benefícios ambientais são visíveis com a concepção do condomínio de agroenergia, pois leva ao direcionamento no sentido da redução das emissões de gases do efeito de estufa, e conseqüentemente, na redução da poluição atmosférica, são algumas das orientações específicas de carácter ambiental deste sistema. A grande contribuição, neste quesito, é a possibilidade desse sistema minimizar o potencial poluidor do solo, uma vez que os resíduos agropecuários passam por um processo de tratamento de efluentes, além de estar atendendo as legislações ambientais exigidas para a exploração da atividade agropecuária. No caso das duas propriedades estudadas, ganha importância a minimização do impacto ambiental, pois elas se localizam na região de abrangência do Aquífero Guarani, que é o maior manancial de água doce subterrânea transfronteiriço do mundo.

Com o processo de tratamento, é evitado o contato humano com os resíduos e a proliferação de pragas e outras doenças correlacionadas à falta de saneamento básico. Os produtores relataram que houve uma redução de odor nos arredores de onde está localizada a atividade, trazendo uma melhor qualidade de vida às pessoas envolvidas e, principalmente, com relação às propriedades vizinhas, que antes da implantação do sistema, reclamavam dos odores gerados.

A proposição da produção e consumo de energia, em nível local e de forma cooperativa, leva a sistemas de produção de energia diferentes do padrão. Tem-se, em pequena escala, um determinado local de instalação do CMG, com resultados maximizados no aspecto social, ou seja, centrado em benefícios para a comunidade e não apenas para os investidores do projeto.

5.3.3 Síntese da aplicação da metodologia proposta

Conforme já exposto, primeiramente foi realizada a descrição do caso prático realizado para validação da metodologia. A partir da visualização de todo o processo serão identificadas as etapas realizadas para a concepção do condomínio de agroenergia aqui exposto.

1º ETAPA: Identificação do local (ideia) / Esboço do Projeto / Conceito do projeto / Avaliação de Biomassa.

A identificação do local para a concepção do condomínio de agroenergia partiu do pressuposto de as propriedades já possuírem instalado em seus sistemas produtivos os biodigestores. Realizou-se uma consulta aos produtores para verificar a disponibilidade de biomassa em longo prazo, uma vez que ambos não pretendem parar suas atividades na suinocultura nos próximos 10 anos e também da disponibilidade de tempo para a dedicação ao projeto. Nesta etapa, para o esboço da concepção do condomínio, estiveram presentes técnicos da EMATER, representantes da Prefeitura Municipal e representante de uma Universidade.

Os produtores no período do esboço do projeto realizaram uma visita técnica a uma propriedade localizada no Estado do Paraná, na qual possuía em seu sistema produtivo um biodigestor, utilizando os produtos da biodigestão (biogás e biofertilizante) para a geração de energia elétrica para a sua necessidade de consumo e fertilização nas lavouras da propriedade, respectivamente.

Nesta etapa, foram analisadas as possibilidades de utilização dos produtos oriundos da biodigestão (biogás e biofertilizante), optando-se por utilizar o biogás como combustível para o grupo Motor Gerador de eletricidade para abastecimento das instalações de uma das propriedades, qual seria utilizada para a iluminação das instalações, sistema de aquecimento dos animais, funcionamento de uma fábrica de ração, funcionamento de uma central de secagem de grãos (utilizado para ambas as propriedades) e de uma central de produção de sêmen suíno (utilizado para ambas as propriedades). O biofertilizante seria utilizado nas lavouras de ambas às propriedades e o excedente disponibilizado as propriedades vizinhas conforme disponibilidade.

Também, foi visualizada a capacidade de investimento das propriedades (disponibilidade de recursos próprios), bem como a visualização de opções de financiamentos via sistema bancário para a implantação do projeto e verificado a possibilidade subsídios por parte de órgãos governamentais.

2º ETAPA: Estudo detalhado de Viabilidade

Após a 1ª Etapa foi realizado um estudo detalhado de viabilidade técnica e financeira do empreendimento, conforme pode ser visualizado na seção 5.3.3.2. Neste estudo foi levada em consideração a disponibilidade de biomassa, selecionadas as áreas onde seria instalada a infraestrutura restante para a concepção do projeto, uma vez que os biodigestores já estavam instalados, foi definida a forma de transporte do biogás, as empresas que fariam o fornecimento dos equipamentos.

3º ETAPA: Conscientização e Sensibilização dos Agricultores envolvidos / Identificação de Entidades Parceiras / Fornecedores.

Outra etapa fundamental para o sucesso do projeto foi à conscientização e sensibilização dos Agricultores envolvidos sobre a importância do tratamento e descarte correto dos dejetos suínos para evitar a contaminação das águas, além de visualizarem a possibilidade de transformar um passivo ambiental em oportunidade econômica, gerando renda.

Nesta etapa foram identificadas as entidades parceiras do projeto e fornecedores para os equipamentos do projeto.

4º ETAPA: Identificação dos Fatores Determinantes de Competitividade

Nesta quarta etapa, busca-se identificar os fatores determinantes de competitividade, visualizando os níveis propostos pela Metodologia do Instituto Alemão de Desenvolvimento – IAD para o desenvolvimento regional.

Depois de identificada a oportunidade de concepção do condomínio de agroenergia e realizada a mobilização dos Agricultores em prol do projeto (Etapa 01, etapa 02, etapa 03), com o esboço do projeto e as estratégias para implantação, a 4ª Etapa se concentra na identificação das respectivas responsabilidades: partes do projeto de responsabilidade de governos, de associações, os próprios produtores, em esferas de país, estados, microrregiões ou individuais.

No presente caso prático, visualizando o nível macro (país e estado) verificou-se a legislação geral e específica para o setor de biogás. Optou-se num primeiro momento, pela geração de energia elétrica isolada, mas estuda-se a possibilidade de integração com a rede pública de transmissão. No nível meso (microrregião), utilizou-se da participação de instituições de suporte para o auxílio na implantação do projeto, podendo citar, a participação da EMATER. No nível micro (empresas), os agricultores foram responsáveis por viabilizar financeiramente a construção do condomínio. No nível meta (cooperação) analisaram-se as possibilidades de cooperação entre as instituições, como prefeitura municipal, instituições de pesquisa, instituições de suporte, que deram os devidos apoios para que o projeto fosse executado.

5º ETAPA: Formas de organização do Condomínio de Agroenergia

Nesta etapa foram definidas as diretrizes para o funcionamento do condomínio, no qual foram atribuídas as devidas responsabilidades no projeto, bem como a forma de divisão das receitas geradas.

6º ETAPA: Implantação, Manutenção e Monitoramento

A implantação do projeto foi realizada com a mão-de-obra dos integrantes das duas propriedades agrícolas, funcionários cedidos pela Prefeitura Municipal e pelo fornecedor do grupo Motor Gerador.

Para a manutenção do sistema em funcionamento, os proprietários foram treinados para realizar os procedimentos necessários para o funcionamento dos biodigestores e contam com o apoio de técnicos da EMATER no que se refere à quantidade de adubação do solo com biofertilizante. Na questão de geração de energia elétrica, contam com o apoio e assistência técnica do fornecedor do GMG, além de um mecânico localizado próximo as propriedades no qual foi treinado pelo fornecedor do GMG para suporte técnico em motores adaptados a Biogás. Desta forma, reparos gerais são realizados por esta mão-de-obra treinada e em casos mais complexos o fornecedor é acionado.

O monitoramento do condomínio de agroenergia é realizado diariamente pelos proprietários.

6 CONCLUSÕES E SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

As conclusões sobre a pesquisa e sugestões de estudos para trabalhos futuros no campo do conhecimento tratado são abordadas neste capítulo.

Com relação à problemática da pesquisa o que se observou ao longo da pesquisa, foi que a concepção de condomínios de agroenergia pode mostrar-se viável economicamente e contribuir para o desenvolvimento das propriedades rurais participantes, apresenta-se uma nova perspectiva para o homem do campo, os “Energicultores”, proporcionando a sustentabilidade local através de uma gestão agrícola sustentável.

6.1 CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo geral, analisar modelos de condomínios de agroenergia voltados para o desenvolvimento rural sustentável a partir dos pressupostos da competitividade sistêmica propondo uma metodologia de aplicação em áreas de concentração da suinocultura. Acredita-se que este tenha sido alcançado conforme metodologia de pesquisa proposta e exposição dos resultados nos capítulos 4 e 5.

Considerando a metodologia para alcançar os objetivos propostos primeiramente levantou-se junto à literatura especializada relacionada ao Panorama da Suinocultura Mundial e Brasileira, demonstrando o setor em que a pesquisa estava inserida. Procurou-se discutir sobre a temática da Energia Renovável, dando-se ênfase à forma de tecnificação do tratamento dos dejetos suínos para a obtenção do biogás e biofertilizante - biodigestão.

Tratou-se também de buscar e compreender os conceitos sobre Redes de Empresas e suas contribuições para o desenvolvimento das organizações envolvidas, modelos de análise de competitividade com o intuito de promover desenvolvimento local aprofundando-se na literatura sobre o tema de Redes de Empresas em Agroenergia, preenchendo uma lacuna e demonstrando a possibilidade de estudo nesta vertente de análise.

Com relação aos objetivos específicos, o primeiro, identificar critérios de formulação de modelos de condomínios de agroenergia existentes em países da Europa (Alemanha, Espanha) e em fase de implantação (consolidação) no Brasil, foi obtido com as descrições dos casos no capítulo 4 e análise dos resultados no capítulo 5. Constatou-se a importância da integração das várias instituições em nível municipal,

estadual e federal com o intuito de promover a concepção destes condomínios de agroenergia, principalmente para a minimização de problemas ligados à poluição nas áreas estudadas.

A viabilidade econômica desses arranjos produtivos depende entre outras coisas do acesso ao substrato, do tipo, quantidade e variação no fornecimento, da região escolhida, dos produtos a serem comercializados (biogás, energia térmica, energia elétrica, biofertilizante), do acesso à mão de obra qualificada, da disponibilidade de tecnologias.

Quanto ao segundo objetivo específico, que foi identificar as questões que envolvem a criação e manutenção da competitividade sistêmica dos condomínios de agroenergia, com ênfase no desenvolvimento econômico e rural sustentável, foi obtido e estudado no capítulo 2 e 5. Apresentou-se um quadro (08) com os principais fatores que afetam a competitividade destes tipos de empreendimentos à luz do conceito de competitividade sistêmica na visão dos atores envolvidos (agricultores e gestores dos projetos).

Destaca-se a importância para o sucesso destes empreendimentos a possibilidade de comercialização/utilização na totalidade dos produtos oriundos da biodigestão (biogás e biofertilizante). São notórios os esforços realizados pelas entidades envolvidas na concepção dos estudos de casos para regulamentação de leis que beneficiem a utilização dos subprodutos e a busca de consumidores locais que supram a oferta de energia elétrica e calor oriundos do condomínio de agroenergia (por exemplo, uso dos subprodutos em indústrias, repartições governamentais).

Outro aspecto que acompanha o pesquisador há vários anos é a questão que envolve a qualificação da mão-de-obra para este setor, que está diretamente associada ao sucesso ou fracasso do empreendimento. Com o estudo foi possível destacar que este quesito é de fundamental importância e possui forte influência na disseminação dos condomínios de agroenergia.

Já o terceiro objetivo específico, que foi propor metodologia para a concepção de Condomínios de Agroenergia para aplicação em regiões de concentração da suinocultura. A metodologia proposta foi aplicada comprovando a viabilidade de utilização destes sistemas. Evidencia-se que, com a implantação de biodigestores na forma de condomínios para o tratamento dos dejetos, com a concomitante produção de biogás para a geração de energia e biofertilizante para uso complementar na adubação, pode-se melhorar e contribuir significativamente para a qualidade e a produtividade de propriedades agropastoris, apontando na solução de problemas relacionados principalmente à questão ambiental e de

disponibilidade de energia, além de incentivar a permanência do trabalhador no meio rural, através de uma produção rentável e sustentável. Com a possibilidade do uso dos produtos da biodigestão, nas propriedades com criação de suínos, agrega-se valor ao processo de tratamento dos dejetos, diminuem-se os custos de produção e, inclusive, possibilita-se uma visão sistêmica do agronegócio, sob o ponto de vista da gestão energético ambiental.

Verifica-se com o estudo que com a concepção do condomínio de agroenergia, as propriedades obtiveram redução mensal de custos na operacionalização da atividade (redução de custo com energia elétrica (R\$ 2.500,00), redução de custos com a secagem de grãos e transporte dos mesmos (R\$ 861,98) e redução de custos em adubação química com a utilização do biofertilizante na lavoura (R\$ 1.125,00)).

Além da análise dos dados financeiros, pode-se afirmar que os resultados da criação de condomínios de agroenergia não devam ser medidos apenas pela unidade de energia envolvida (kW.hora), mas analisados também por suas externalidades ambientais e sociais inerentes a todo processo produtivo de transformação, não abordados aqui neste estudo. Verifica-se que os condomínios de agroenergia podem proporcionar uma economia em escala viável para os participantes, com resultados ambientais e energéticos importantes na gestão da suinocultura.

Entre os resultados alcançados na validação da metodologia, destacam-se o maior retorno da produção agrícola (uma vez que ocorre a redução com a compra de insumos), a diversificação produtiva (aproveitamento dos dejetos), a melhoria da qualidade de vida nas propriedades (redução de odores e insetos), a segurança energética (disponibilidade de energia), a conservação do solo e da água (processo e tratamento dos dejetos), contribuindo assim para a redução do êxodo rural com a ampliação das oportunidades na agricultura familiar, a redução de custos de produção e a geração de receita adicional.

Finaliza-se então este estudo, indicando que o mesmo, além de analisar os fatores determinantes de competitividade do referido setor, oferece em seus resultados, um significativo leque de informações que podem ser levados em conta para definições em torno do mesmo.

6.2 SUGESTÕES DE ESTUDOS FUTUROS

Com base nos estudos de caso aqui apresentados e nos resultados obtidos, sugere-se como recomendação para futuros trabalhos, alguns temas, quais sejam:

- Diante do exposto, a efetiva implantação de Condomínios de Agroenergia, a qual corrobora com o desenvolvimento da atividade pecuária; para tanto é fundamental o desenvolvimento de técnicas para identificação de áreas potenciais para a instalação desse tipo de empreendimento. Nesse sentido sugerem-se estudos futuros com a finalidade de desenvolver uma metodologia de identificação de áreas potenciais para instalação de condomínios de agroenergia;
- Estudo comparativo da viabilidade técnica e econômico-financeira entre a criação de condomínios de agroenergia na suinocultura com um único biodigestor (plantas de biogás centralizado) na qual os dejetos das propriedades sejam todos direcionados através da logística *versus* diversos biodigestores implantados em cada propriedade participante, sendo o biogás transportado por gasoduto;
- Realizar estudos para definir escalas mínimas de produção, entre as várias regiões e tipos de unidades de produção agropecuária, para gerar biogás em volume economicamente viável.

REFERÊNCIAS

ABBASI, T.; TAUSEEF, S.M.; ABBASI, S.A.. Anaerobic digestion for global warming control and energy generation - An overview.

Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 16, n. 5, p. 3228-42, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032112001402>>. Acesso em: 30 jun. 2013.

ABIEPCS - Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína. **Perspectiva da suinocultura para 2013**. Disponível em: <<http://www.abiepcs.org.br/news/111/101/Perspectivas-para-2013.html>>. Acesso em: 29 jun. 2013.

_____. **Estatísticas mundial**. 2011. Disponível em: <<http://www.abiepcs.org.br/pt/estatisticas/mundial.html>>. Acesso em: 13 maio 2013.

_____. **Exportação**. Disponível em: <<http://www.abiepcs.org.br/pt/estatisticas/mundial/exportacao.html>>. Acesso em: 20 set. 2012.

_____. **Estatísticas 2013**. Disponível em: <<http://www.abiepcs.org.br/pt/estatisticas.html>>. Acesso em: 4 abr. 2013.

_____. **Estatísticas 2014**. Disponível em: <<http://www.abiepcs.org.br/pt/estatisticas.html>>. Acesso em: 14 maio. 2014.

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. Cenário carnes 2014/2015. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Aves_e_suinocultores/25RO/Cen%C3%A1rio%20Carnes%202014%202015.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2014.

ACCS - Associação Catarinense dos Criadores Suínos. **Relatório Anual 2011**. Disponível em: <http://www.accs.org.br/editar/arquivos/editar_relatorios/Relatorio2011%20OK.pdf>. Acesso em: 04 out. 2013.

AL SEADI, T. et al.. **Biogas handbook**. Esbjerg: University of Southern Denmark Esbjerg, 2008.

ALMEIDA, J.J. et al. Sustainable Management of effluents from small piggery farms in Mexico. **American Journal of Environmental Sciences**, v. 4, n. 3, p. 185, 2008.

ALTENBURG, Tilman; HILLEBRAND, Wolfgang; MEYER-STAMER, Jörg. **Building systemic competitiveness**. Concept and Case Studies from Mexico, Brazil, Paraguay, Korea and Thailand. Berlin: German Development Institute. 1998.

ALVES, Juliano Nunes; PEREIRA, Breno Augusto D.. Identificação dos avanços e tendências sobre relacionamentos interorganizacionais: uma comparação entre estudos nacionais e internacionais. In: XXXIV Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação em Administração – ENANPAD. **Anais...** Rio de Janeiro: Anpad, 2010.

ALVES, M.M. **Experiências e potencialidades do biogás na Europa e em Portugal**. 2007. Boletim do Centro para a Valorização de Resíduos. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/25739/1/artigo%20madalena.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

ALVIAL-PALAVICINO, C. et al. A methodology for community engagement in the introduction of renewable based smart microgrid. **Energy for Sustainable Development**, v. 15, n. 3, p. 314-23, 2011.

AMON, T. et al. Methane production through anaerobic digestion of various energy crops grown in sustainable crop rotations, **Science Direct, Bioresource Technology**, p. 3204–12. 2007.

_____.; BOXBERGER, J. Biogas production from farmyard manure. Technology transfer. In: Proceedings of the 9th International Conference on the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture. **University of Milan, Institute of Agricultural Engineering**, Gargano (BS), Italy, 2010.

ANGONESE, André R. et al. Eficiência energética de sistema de produção de suínos com tratamento dos resíduos em biodigestor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 3, p. 745-50, 2006.

_____; CAMPOS, Alessandro T.; WELTER, Rosilene A. Greenhouse gas emission mitigation from a pig farm with digester. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 3, p. 648-57, 2007.

ARIBISALA, J.O.; OMOTOSO, T. Sustaining the Rural Energy Demand through Biogas Technology. In: IBHADODE, A.O.A.; IGBAFE, I.A. et al.. *Advances in Materials and Systems Technologies II. Stafa-Zurich: Trans Tech Publications Ltd*, v. 62-4, 2009. p.736-43. (Advanced Materials Research).

ARVANITTOYANNIS, I.S.; LADAS, D. Meat waste treatment methods and potential uses. **International journal of food science & technology**, v. 43, n. 3, p. 543-59, 2008.

AVACI, Angelica B. et al. Economic evaluation of microgeneration of electricity from biogas of swine manure. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 456-62, 2013.

AXAOPOULOS, P.; PANAGAKIS, P.. Energy and economic analysis of biogas heated livestock buildings. **Biomass Bioenerg**, v.24, p. 239-48, 2003.

BACENETTI, J. et al. Anaerobic digestion of different feedstocks: Impact on energetic and environmental balances of biogas process. **Science of The Total Environment**, v. 463-4, n. 0, p. 541-51, 2013.

BARDIN. L. **Análise de conteúdo**. v. 70, Lisboa: Editora Edições, 1977.

BARNES, D.F.; FLOOR, W.M. Rural energy in developing countries: A challenge for economic development. **Annual Review of Energy and the Environment**, v. 21, n. 1, p. 497-530, 1996.

BARRERA, Paulo. **Biodigestores**: energia, fertilidade e saneamento para zona rural. São Paulo: Ícone, 2003.

BASOSI, R.; MALTAGLIATI, S.; VANNUCCINI, L. Potentialities and development of renewable energy sources in an integrated regional system: Tuscany. **Renewable Energy**, Florence, Italy, v. 16, n. 1-4-4 pt 2, p. 1167-73, 1999.

BELLI FILHO, Paulo et al. **Potencialidade de geração de gás metano no Estado de Santa Catarina**. Fundação de Amparo a Pesquisa de Santa Catarina. 2015. (Palestra).

_____. Tecnologias para tratamento de dejetos suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, p. 166-70, 2001.

BENEDEK, J.; CRISTEA, M.; BARTOK, B. Regional development and establishment of renewable energy clusters in north-west region of romania. **Environmental Engineering and Management Journal**, v. 12, n. 2, p. 237-44, Feb 2013.

BENJAMIN, César. Foi loucura, mas houve método nela: gênese, dinâmica e sentido da crise energética brasileira. **Caros Amigos**, v. 51, p. 10-3, 2001.

BERMANN, C. Crise ambiental e as energias renováveis. **Ciência e Cultura**, v. 60, n. 3, p. 20-9, 2008.

BERNSTEIN, Lenny et al. Climate change 2007: synthesis report. Summary for policymakers. In: Climate change 2007: synthesis report. **Summary for policymakers**, IPCC, 2007.

BICALHO, R. **A formação de regularidades tecnológicas na indústria de eletricidade**. Tese (Doutorado) - Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro, 1997.

_____. A mudança da política alemã de incentivo às energias renováveis. **Boletim Infopetro**, v. 14, n4, p. 4-7, 2014.

BITTON, G. **Wastewater microbiology**. 3.ed. New York: Willey Liss Inc., 2005.

BLENKINSOPP, T.; COLES, S. R.; KIRWAN, K. Renewable energy for rural communities in Maharashtra, India. **Energy Policy**, v. 60, p. 192-99, 2013.

BLEY JUNIOR, Cícero et al. **Agroenergia da biomassa residual: perspectivas energéticas, socioeconômicas e ambientais**. 2.ed. Foz de Iguaçu: Itaipu/FAO; Brasília: Technopolitik Editora, 2009.

BLEY, Cícero. **A suinocultura e o meio ambiente**. 2003. Disponível em: <http://www.suino.com.br/meioambiente/noticia.asp?pf_id=11350&dept_id=8>. Acesso em: 23 fev. 2014.

BONETT, Lucimar Pereira; MONTICELLI, Cícero Juliano. **Suíños: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2.ed. rev. Brasília: Embrapa Suínos e Aves, 1998.

BORGES JR, Cândido Vieira. Características e contribuições das redes para o desenvolvimento das pequenas e médias empresas. **Anais...** 28º Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação em Administração, Curitiba-PR, 2004.

BORGES NETO, M.R. et al. Biogas/photovoltaic hybrid power system for decentralized energy supply of rural areas. **Energy Policy**, v. 38, n. 8, p. 4497-506, 2010.

BORTONE, Giuseppe. Integrated anaerobic/aerobic biological treatment for intensive swine production. **Bioresource technology**, v. 100, n. 22, p. 5424-30, 2009.

BOUCHER, G.; CONWAY, C.; VAN DER MEER, E. Tiers of engagement by universities in their region's development. **Regional studies**, v. 37, n. 9, p. 887-97, 2003.

BOULAMANTI, A.K. et al. Influence of different practices on biogas sustainability. **Biomass and Bioenergy**, v. 53, n. 0, p. 149-61, 2013.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia – MME. **Resenha Energética Brasileira**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/BEN/3_-_Resenha_Energetica/1_-_Resenha_Energetica.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2012.

BREEN, S.P. Renewable energy: Exploring Options for Farmers, Rural Landowners, and Rural Communities. **Plan Canada**, v. 48, n. 1, p. 34-5, 2008.

BRITTO, Jorge. Cooperação interindustrial e redes de empresas. In: KUPFER, David; HASENCLEVER, Lia. **Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

BRUNI, L.. Comunhão e as novas palavras em economia. São Paulo, SP: Cidade Nova, 2005.

BUDZIANOWSKI, W.M.; CHASIAK, I. The expansion of biogas fuelled power plants in Germany during the 2001-2010 decade: Main sustainable conclusions for Poland. **Journal of Power Technologies**, v. 91, n. 2, p. 102-13, 2011.

BURTON, Colin H.; TURNER, Claire. Manure management: treatment strategies for sustainable agriculture. **Editions Quae**, 2003.

CAI, Y.P. et al. Planning of community-scale renewable energy management systems in a mixed stochastic and fuzzy environment. **Renewable Energy**, v. 34, n. 7, p. 1833-47, 2009.

CALLESEN, I.; GROHNHEIT, P. E.; ØSTERGÅRD, H. Optimization of bioenergy yield from cultivated land in Denmark. **Biomass and Bioenergy**, v. 34, n. 9, p. 1348-62, 2010.

CARDOSO, Vinícius Carvalho; ALVAREZ, R. dos R.; CAULLIRAUX, Heitor Mansur. Gestão de competências em redes de organizações: discussões teóricas e metodológicas acerca da problemática envolvida em projetos de implantação. **Anais...** Encontro Nacional da Associação dos Programas de Pós-Graduação em Administração, v. 26, 2002.

CASAROTTO FILHO, Nelson; CASTRO, J.E.; FIOD NETO, M.; CASAROTTO, R. "Redes de pequenas empresas: as vantagens competitivas na cadeia de valor". **Anais...** do Encontro Nacional de Engenharia de Produção. CD-ROM 1998.

_____.; MINUZZI, Josiane; SANTOS, P. Competitividade sistêmica de distritos industriais no desenvolvimento regional: uma comparação. **Revista FAE**, v. 9, n. 2, p. 121-34, 2006.

_____.; _____. São Paulo: Atlas, 2001.

_____.; PIRES, Luis Henrique. **Redes de pequenas e médias empresas e desenvolvimento local**: estratégias para a conquista da competitividade global com base na experiência italiana. São Paulo: Atlas, 1999.

CASTANHO, Diego Solak; ARRUDA, Heder J. **Biodigestores**. IV Semana de Tecnologia em Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, Campus Ponta Grossa, v. 2, n. 21, 2008.

CASTELLS, Manuel; BORJA, Jordi. As cidades como atores políticos. **Novos Estudos CEBRAP**, v. 45, p. 152-66, julho/1996.

CAUCHICK, Paulo Augusto Miguel. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Revista Produção**, v. 17, n. 1, p. 216-29, 2007.

CEGLIE, Giovanna; CLARA, Michele; DINI, Marco. Cluster and network development projects in developing countries: lessons learned through the UNIDO experience. **Boosting Innovation The Cluster Approach**, p. 269, 1999.

CENBIO – Centro Brasileiro de Referência em Biomassa. **Panorama de potencial de biomassa do Brasil**: metodologia de cálculo para conversão energética. v. 31, 2007. Disponível em: <<http://www.cenbio.org.br/pt/downloads/documentos/metodologia.pdf>>. Acesso em: 10 de janeiro de 2013

CEPA – Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola. **Desarrollo productivo en economías abiertas**. Santiago, Chile: Comisión para América Latina y Caribe. 2004.

_____. **Síntese anual da Agricultura de Santa Catarina 2013-2014**.

Disponível em:

<http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/Sintese_2014.pdf>. Acesso em: 20 de Fevereiro de 2014.

CERVI, Ricardo G.; ESPERANCINI, Maura Seiko Tsutsui; BUENO, Osmar de C. Viabilidade econômica da utilização do biogás produzido em granja suínica para geração de energia elétrica. **Engenharia Agrícola**, p. 831-44, 2010.

CHAKRASALI, R.L.; SHALAVADI, B.S.; NAGARAJA, H.N. Revival opportunities of community monitored biogas plant. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 9, p. 5207-11, 2011.:

CHEN, S.; CHEN, B. Sustainability and future alternatives of biogas-linked agrosystem (BLAS) in China: An emergy synthesis. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n. 6, p. 3948-59, 2012.

CIOTOLA, Richard J.; LANSING, Stephanie; MARTIN, Jay F. Emergy analysis of biogas production and electricity generation from small-scale agricultural digesters. **Ecological Engineering**, v. 37, n. 11, p. 1681-91, 2011.

COLDEBELLA, A. Viabilidade do uso do biogás da bovinocultura e suinocultura para geração de energia elétrica e irrigação em propriedades rurais. 2006. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola / Engenharia de Sistemas Agroindustriais) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Cascavel, 2006.

COLLIS, Jill; HUSSEY, Roger. **Pesquisa em administração**: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação. Rio de Janeiro: Bookman, 2005.

COSTA, Ricardo Cunha da; PRATES, Cláudia Pimentel Trindade. O papel das fontes renováveis de energia no desenvolvimento do setor energético e barreiras à sua penetração no mercado. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 21, p. 5-30, mar. 2005.

CUNHA, I.J. Governança, internacionalização e competitividade de aglomerados produtivos de móveis no Sul do Brasil, Portugal e Espanha. Chapecó: Argos, 2007.

CVR - Centro para a Valorização Resíduos. A metanização como meio para a diversificação dos recursos energéticos nos setores da agricultura, produção animal e agro-indústria. Disponível em: <<http://www.cvresiduos.pt/agrogas.html>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

DA SILVA, Christian Luiz; BASSI, Nádia Solange Schmidt. Análise dos Impactos Ambientais no Oeste Catarinense e das Tecnologias Desenvolvidas pela Embrapa Suínos e Aves. **Revista GEPEC**, v. 85903.

DAGA, Jacir et al. Análise da adequação ambiental e manejo dos dejetos de instalações para suinocultura em propriedades na região oeste do Paraná. **Engenharia Agrícola**, p. 587-95, 2007.

DALMAZO, G.S.; BAZI, S.M.; OLIVEIRA, P.A.V. de. Biodigestores. In: MIRANDA, C.R. (Org.). **Dia de campo: suinocultura e meio ambiente: termo de ajuste de condutas da suinocultura**. Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves, 2009.

DAY, D.L. et al. Biogas plants for small farms in Kenya. **Biomass**, v. 21, n. 2, p. 83-99, 1990.:

DEL RIO, P.; BURGUILLO, M. An empirical analysis of the impact of renewable energy deployment on local sustainability. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 13, n. 6-7, p. 1314-25, aug-sep 2009.

_____. Assessing the impact of renewable energy deployment on local sustainability: Towards a theoretical framework. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 12, n. 5, p. 1325-44, Jun 2008.

_____. The promotion of green electricity in Europe: Present and future. **European Environment**, v. 14, n. 4, p. 219-34, 2004.

DELGADO, C. et al.. Livestock to 2020: the next food revolution international. Food Policy Research Institute, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Internacioanal Livestock Research Institute, Washington, Rome and Nairobi, 1999. (Discussion Paper, 28)

DEPRET, Marc-Hubert; HAMDOUCH, Abdelillah. Policy integration strategy and the development of the ‘green economy’: foundations and implementation patterns. **Journal of Environmental Planning and Management**, v. 53, n. 4, p. 473-90, 2010.

DEVINE-WRIGHT, P. Local aspects of UK renewable energy development: Exploring public beliefs and policy implications. **Local Environment**, v. 10, n. 1, p. 57-69, 2005.:

DIESEL, R.; MIRANDA, C.R.; PERDOMO, C.C.; Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos. **Embrapa**, Boletim Informativo 2002.

DRESSLER, Daniela; LOEWEN, Achim; NELLES, Michael. Life cycle assessment of the supply and use of bioenergy: impact of regional factors on biogas production. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 17, n. 9, p. 1104-15, 2012.

DYER, Jeffrey H.; SINGH, Harbir. The relational view: Cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage. **Academy of Management Review**, v. 23, n. 4, p. 660-79, 1998.

ECO-VILLAGE. Biodigestor chinês de cúpula fixa. **Eco-Village online**: rede de práticas comunitárias e auto-sustentáveis. Disponível em: <<http://www.ecolinkvillag.net/portug/projetoP.htm>>. Acesso em: 22 jun 2013.

EDWIGES, Thiago et al. Economic evaluation of the use of biogas in Entre Rios Do Oeste, Brazil. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 10, n. 3&4, p. 1121-23, 2012.

EISENHARDT, Kathleen M. Building theories from case study research. **Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532-50, 1989.

EMBRAPA. Aspectos Práticos do Manejo de Dejetos Suínos. Florianópolis, 1995.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional 2013, ano base 2012**. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2013_Web.pdf>. Acesso em: 15 de março de 2013

_____. **Balanco energético nacional 2013-ano base 2012**: Relatório Final. Rio de Janeiro, 2013.

ESPERANCINI, Maura Seiko Tsutsui et al. Viabilidade técnica e econômica da substituição de fontes convencionais de energia por biogás em assentamento rural do Estado de São Paulo. **Engenharia Agrícola**, p. 110-8, 2007.

ESSER, K. et al.. Competitividad sistémica. Competitividad internacional de las empresas y políticas requeridas. **Instituto Alemán de Desarrollo**, Berlin, 1994a.

_____. Competitividad sistémica. Competitividad internacional de las empresas y políticas requeridas. **Instituto Alemán de Desarrollo**, Berlin, 1994a.

_____. **Competitividad sistémica**. Instituto Alemán de Desarrollo, Berlin, 1994b.

EUROSERV, E.R. Biogas barometer. **System Solaires le journal des énergies renouvelables**, v. 200, p. 104-19, 2010.

FACHIN, Odília. **Fundamentos de metodologia**. São Paulo: Saraiva, 2005.

FAGUNDES, T.C.P.C. **Metodologia da pesquisa**. Salvador: UNEB/EAD, 2009.

FAO, IFAD and WFP. The State of Food Insecurity in the World 2013. The multiple dimensions of food security. Rome, FAO. 2013.

FERRARI, Walter Junior. **A expansão territorial urbana de Marechal Cândido Rondon-PR**: a produção da cidade a partir do campo. Tese (Doutorado) - Universidade Federal da Grande Dourados. 2009.

FISCHER, Günther et al. Biofuel production potentials in Europe: Sustainable use of cultivated land and pastures, Part II: Land use scenarios. **Biomass and Bioenergy**, v. 34, n. 2, p. 173-87, 2010.

FISCHER, J.R. et al. Renewable energy gains global momentum. **Resource: Engineering and Technology for Sustainable World**, v. 15, n. 7, p. 9-11, 2008.

FNR – Fachagentur Nachwachsend Rohstoffe e. V. Ministério da Nutrição, Agricultura e Defesa do Consumidor da Alemanha-BMELV. Brasil – Ministério das Cidades. **Guia prático do biogás**: geração e utilização. 5.ed. 2010. Disponível em: <<http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/1/e/leitfadenbiogas-por-finalweb-20131002.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2014.

FRAYSSIGNES, Julien. The concept of “agro-energy district”: a pertinent tool for the sustainable development of rural areas. **Annals...** 51st Congress of the European Regional Science Association, Barcelona, 30th August - 3 rd September 2011 Special session: Territorial Governance, rural areas and local agro food systems.

GALDÁMEZ, Edwin Vladimir Cardoza. **Proposta de um sistema de medição de desempenho para clusters industriais de pequenas e médias empresas**. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, 2007.

GEELS, F.W.; SCHOT, J. Typology of sociotechnical transition pathways. **Research Policy**, v. 36, n. 3, p. 399-417, 2007.

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

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. Energia e meio ambiente no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 21, n. 59, p. 7-20, 2007.

GUBIANI, J.S. A influência do capital intelectual no potencial de inovação das universidades. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, v. 5, n. 9, p. 01-22, 2013.

GUIVANT, Júlia S.; MIRANDA, Claudio. As duas caras de Jano: agroindústrias e agricultura familiar diante da questão ambiental. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 16, n. 3, p. 85-128, 1999.

HAACK, S.C. **Análise técnica e econômica para aproveitamento dos dejetos de caprinos em biodigestores no semiárido baiano**. 2009. 215f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal da Bahia - Salvador, 2009.

HANSEN, Kaare Hvid; ANGELIDAKI, Irini; AHRING, Birgitte Kiaer. Anaerobic digestion of swine manure: inhibition by ammonia. **Water research**, v. 32, n. 1, p. 5-12, 1998.

HE, B.J. et al. Effects of alternative process gases on the thermochemical conversion process of swine manure. **Transactions of the Asae**, v. 44, n. 6, p. 1873-80, nov-dec 2001a.

HIREMATH, R. B. et al. Decentralised renewable energy: Scope, relevance and applications in the Indian context. **Energy for Sustainable Development**, v. 13, n. 1, p. 4-10, 2009.

HOFFMANN, Valmir Emil; MOLINA-MORALES, F. Xavier; MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, M. Teresa. Redes de empresas: proposta de uma tipologia para classificação aplicada na indústria de cerâmica de revestimento. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 11, n. SPE1, p. 103-27, 2007.

HUGGINS, Robert; JOHNSTON, Andrew. Knowledge networks in an uncompetitive region: SME innovation and growth. **Growth and Change**, v. 40, n. 2, p. 227-59, 2009.

HUGHES, T.P.; BIJKER, W.E.; PINCH, T. The Evolution of Large Technological Systems: in the Social Construction of Technological Systems. **New Directions in the Sociology and History of Technology**, p. 51-82, 1987.

HUMAN, Sherrie E.; PROVAN, Keith G. An emergent theory of structure and outcomes in small-firm strategic manufacturing networks. **Academy of Management Journal**, v. 40, n. 2, p. 368-403, 1997.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados município de Marechal Cândido Rondon**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=411460>>. Acesso em: 15 maio 2014.

_____. **Efetivo dos rebanhos de médio porte em 31.12, segundo as grandes regiões e as unidades da federação - 2009**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2012.

ICEPA. Levantamento agropecuário de Santa Catarina. Florianópolis: ICEPA, 2005.

IEA-International Energy Agency. **World Energy Statistics**, 2011. Disponível em: <<http://www.iea.org/publications/freepublications/>>. Acesso em: 25 ago. 2013.

IPCC - Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. **Cambridge University Press**, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2011. 1075 p.

IPEADATA. Disponível em: <www.ipeadata.gov.br>. **Diversos acessos**, 2012.

JINGURA, Raphael M.; MATENGAIFA, Rutendo. Optimization of biogas production by anaerobic digestion for sustainable energy development in Zimbabwe. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 13, n. 5, p. 1116-20, 2009.

JUNGES, Dóris Mariani et al. Análise econômico-financeira da implantação do sistema de biodigestores no Município de Toledo (PR). **Revista de Economia**, v. 35, n. 1, 2009.

KARQUÍDIO, R.B. Estudo da viabilidade técnica da implantação de uma empresa prestadora de serviço de instalação e manutenção em biodigestores nas granjas de suínos do entorno da região do Distrito Federal. **Boletim Técnico**, Planaltina, 2009. Disponível em: <http://www.upis.br/pesquisas/pdf/agronomia/2010/Rafael_Braga_Karquidio_BT.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2013.

KLEINDORFER, P.R. O imperativo das redes: comunidade ou contágio? In: KLEINDORFER, P.R.; WIND, Y.J.; GUNTHER, R.E.. **O desafio das redes: estratégia, lucro e risco em um mundo interligado**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

KLEVAS, Valentinas; STREIMIKIENE, Dalia; KLEVIENE, Audrone. Sustainability assessment of the energy projects implementation in regional scale. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 13, n. 1, p. 155-66, 2009.

KOCAK-ENTURK, Emel et al. A small-scale biogas digester model for hen manure treatment: evaluation and suggestions. **Fresenius Environmental Bulletin**, v. 16, n. 7, p. 804, 2007.

KONRAD, C. et al. Regional energy concepts - based on alternative biomass cultivation for rural areas and its efficient energy usage. **International journal of sustainable development and planning**, v. 8, n. 1, p. 59-74, 2013.

KONZEN, Egídio Arno. Dejetos de suínos fermentados em biodigestores e seu impacto ambiental como insumo agrícola. **Embrapa Milho e Sorgo, Comunicado técnico**, 2005.

_____. Viabilidade ambiental e econômica de dejetos de suínos. **Embrapa Milho e Sorgo**, 2006.

KÜNNKE, R.W. Institutional reform and technological practice: The case of electricity. **Industrial and Corporate Change**, v. 17, n. 2, p. 233-65, 2008.

KUNZ, A.L.; MIELE, M.; STEINMETZ, R.L.R. Advanced swine manure treatment and utilization in Brazil. **Bioresource technology**, v. 100, n. 22, p. 5485-89, 2009.

KUNZ, Airton; ENCARNAÇÃO, R. Gestão ambiental da agropecuária, tratamento de dejetos animais. Brasília: EMBRAPA, 2007.

_____.; HIGARASHI, Martha Mayumi; DE OLIVEIRA, Paulo Armando. Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 22, n. 3, p. 651-65, 2005.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LASTRES, Maria Helena M. Políticas para promoção de arranjos produtivos e inovativos locais de micro e pequenas empresas: vantagens e restrições do conceito e equívocos usuais. **RedeSist, Instituto de Economia**, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<http://www.redesist.ie.ufrj.br/>>. Acesso em: 27 out. 2012.

_____.; CASSIOLATO, José Eduardo. **Políticas para promoção de arranjos produtivos e inovativos locais de micro e pequenas empresas**: vantagens e restrições do conceito e equívocos usuais. Rio de Janeiro: SEBRAE/UFRJ-Instituto de Economia, 2004.

LAUSCHNER, Roque. **Cooperativismo e Agricultura Familiar**. Outubro, 1994.

LAVILLE, Christian; DIONNE, Jean. A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. **Artmed**, UFMG, 1999.

LEBAS, Michel J. Performance measurement and performance management. **International journal of production economics**, v. 41, n. 1, p. 23-35, 1995.

LUND, Henrik; MATHIESEN, Brian Vad. Energy system analysis of 100% renewable energy systems - The case of Denmark in years 2030 and 2050. **Energy**, v. 34, n. 5, p. 524-31, 2009.

LUNDVALL, Bengt-Ake. National Innovation Systems: Analytical Concept and Development Tool. In: **Industry & Innovation**, v.14,2007.

MAENG, Henning; LUND, Henrik; HVELPLUND, Frede. Biogas plants in Denmark: technological and economic developments. **Applied energy**, v. 64, n. 1, p. 195-206, 1999.

MANOS, Basil et al. Review of public-private partnerships in agro-energy districts in Southern Europe: The cases of Greece and Italy. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 39, p. 667-78, 2014.

MANZINI, Eduardo José. A entrevista na pesquisa social. **Didática**, v. 26, p. 149-58, 1990.

MARX, Karl. **A ideologia alemã**. 2.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

MEDRI, W. **Modelagem e otimização de sistemas de lagoas de estabilização para tratamento de dejetos suínos**. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental - Universidade Federal de Santa Catarina - Santa Catarina, 1997.

MEYER-STAMER, Jörg. Micro-level innovations and competitiveness. **World Development**, v. 23, n. 1, p. 143-48, 1995.

_____. Path dependence in regional development: persistence and change in three industrial clusters in Santa Catarina, Brazil. **World development**, v. 26, n. 8, p. 1495-511, 1998.

_____. Systemic Competitiveness Revisited: Conclusions for Technical Assistance in Private Sector Development. Mesopartner, 2005. Disponível em: <<http://www.meyerstamer.de/2005.html>>. Acesso em: 11 jan. 2013.

_____. Technology, competitiveness and radical policy change: the case of Brazil. **Routledge**, 2005.

MIELE, M.; MACHADO, J.S. Levantamento sistemático da produção e abate de suínos-LSPS: metodologia Abipecs-Embrapa de previsão e acompanhamento da suinocultura brasileira. **Embrapa Suínos e Aves**, 2006.

_____. Panorama da carne suína brasileira. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p. 34-42, 2010.

_____.; WAQUIL, Paulo D. Estrutura e dinâmica dos contratos na suinocultura de Santa Catarina: um estudo de casos múltiplos. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 817-47, 2007.

MIN, Booki et al. Electricity generation from swine wastewater using microbial fuel cells. **Water research**, v. 39, n. 20, p. 4961-68, 2005.

MINAYO, Maria Cecília de Souza et al. Trabalho de campo: contexto de observação, interação e descoberta. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**, v. 26, p. 61-77, 2007.

MIRANDA, C.R. de. **Avaliação de estratégias para sustentabilidade da suinocultura**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Pós-Graduação em Engenharia Ambiental - Universidade Federal de Santa Catarina - Florianópolis, 2005.

OLIVEIRA, Sonia Valle et al. Generation of bioenergy and biofertilizer on a sustainable rural property. **Biomass and bioenergy**, v. 35, n. 7, p. 2608-18, 2011.

OWENS, S.; DRIFFILL, L. How to change attitudes and behaviours in the context of energy. **Energy Policy**, v. 36, n. 12, p. 4412-18, 2008.

PACHECO, Fabiana. Energias Renováveis: breves conceitos. **Conjuntura e Planejamento**, p. 4-11, 2006.

PALHARES, J.C.P. **Biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos:** aprendendo com o passado para entender o presente e garantir o futuro. 2008. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_1/Biodigestao/index.htm>. Acesso em: 21 jan. 2013.

_____. Pegada hídrica dos suínos abatidos nos Estados da Região Centro-Sul do Brasil. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 33, p. 309-14, 2011.

PANOUTSOU, Calliope et al. Biodiesel options in Greece. **Biomass and Bioenergy**, v. 32, n. 6, p. 473-81, 2008.

PEPERMANS, Guido et al. Distributed generation: definition, benefits and issues. **Energy policy**, v. 33, n. 6, p. 787-98, 2005.

PERDOMO, C.C.; OLIVEIRA, P.A.; KUNZ, A. Custos do dejetos suíno. **Suinocultura Industrial**, Porto Feliz, v. 163, p. 12-5, 2002.

_____. **Sistemas de tratamento de dejetos de suínos:** inventário tecnológico. Concórdia: EMBRAPA-CNPISA, 2003. 83 p. (Documentos, 85).

PEREIRA, S.M.; LOBO, D.D.; DA ROCHA, W.F. Costs and analysis of investment to transport pig manure with subsequent generation of bioenergy in the city of Toledo-PR. **Custos E Agronegocio**, v. 5, n. 2, p. 81-103, may-aug 2009.

PIPATMANOMAI, Suneerat; KAEWLUAN, Sommas; VITIDSANT, Tharapong. Economic assessment of biogas-to-electricity generation system with H₂S removal by activated carbon in small pig farm. **Applied Energy**, v. 86, n. 5, p. 669-74, 2009.

PODOLNY, Joel M.; PAGE, Karen L. Network forms of organization. **Annual review of sociology**, p. 57-76, 1998.

POESCHL, Martina; WARD, Shane; OWENDE, Philip. Environmental impacts of biogas deployment—Part II: life cycle assessment of multiple production and utilization pathways. **Journal of cleaner production**, v. 24, p. 184-201, 2012.

_____. Prospects for expanded utilization of biogas in Germany. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 14, n. 7, p. 1782-97, 2010.

PORTER, M. E. Cluster and the new economics of competition. In: **Harvard Business Review**, v.76, nov./dez, 1998.

_____. Clusters, Innovation, and Competitiveness: new findings and implications for policy. **European Cluster Policy**, Stockholm, Sweden, January, 2008.

_____. **Competição = on competition**: estratégias competitivas essenciais. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

_____. The competitive advantage of nations. **Harvard business review**, v. 68, n. 2, p. 73-93, 1990.

_____.; KRAMER, Mark R. Criação de valor compartilhado: como reinventar o capitalismo – e desencadear uma onda de inovação e crescimento. **Harvard Business Review**, v. 89, jan. 2011.

RASLAVIČIUS, Laurencas; GRZYBEK, Anna; DUBROVIN, Valeriy. Bioenergy in Ukraine—Possibilities of rural development and opportunities for local communities. **Energy Policy**, v. 39, n. 6, p. 3370-79, 2011.

RAVEN, R.P.J.M.; GREGERSEN, K.H. Biogas plants in Denmark: successes and setbacks. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 11, n. 1, p. 116-32, 2007.

RICHARDSON, M. **Fundamentos da metodologia científica**. São Paulo, Atlas, 1999.

ROPPA, Luciano. Tendências da suinocultura mundial e as oportunidades brasileiras. **Anuário da Pecuária Brasileira**, São Paulo, p. 281-4, 2002.

RUIZ, B.J.; RODRÍGUEZ, V.; BERMANN, C. Analysis and perspectives of the government programs to promote the renewable electricity generation in Brazil. **Energy Policy**, v. 35, n. 5, p. 2989-94, 2007.

RURALE.EVOLUTION. **Orientações para a aplicação com sucesso de parcerias envolvendo entidades públicas e privadas em territórios agro-energéticos usando FER.** 2012. Disponível em: <http://www.confagri.pt/Download/RuralEvolutionManual_2_FINAL.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2014.

_____. **Parcerias entre entidades públicas e privadas para territórios agro-energéticos utilizando FER.** 2012. Disponível em: <http://www.confagri.pt/Download/RuralEvolutionManual_1_FINAL.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2013.

SANCHEZ, E. et al.. Effect of organic loading rate on the stability, operational parameters and performance of a secondary upflow anaerobic sludge bed reactor treating piggery waste. **Bioresource Technology**, v.96, 2005.

SANCHO, A. Ultzama, autosuficiencia energética: un municipio de Navarra se decide por la biomasa y el biogás. **The bioenergy international**. España, n. 5, p. 46-49, 2009.

SATYANARAYAN, Shanta et al. Biogas production enhancement by Brassica compostries amendment in cattle dung digesters. **Biomass and Bioenergy**, v. 32, n. 3, p. 210-15, 2008.

SCHMIDT, J.H. et al. Life cycle assessment of the waste hierarchy – A Danish case study on waste paper. **Waste Management**, v. 27, n. 11, p. 1519-30, 2007.

SEGANFREDO, Milton Antonio; GIROTTO, A.F. Custo de armazenagem e transporte de chorumes suínos usados como fertilizante do solo. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004.

_____. Os dejetos de suínos são um fertilizante ou um poluente do solo?. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 16, n. 3, p. 129-41, 1999.

SEIXAS, Jorge; MARCHETTI, Delmar A.B.. **Construção e funcionamento de biodigestores**. Brasília: Embrapa Suínos e Aves, 1981.

SGANZERLA, Edílio. Biodigestor: uma solução. **Agropecuária**, 1983.

SIFFERT FILHO, Nelson; FAVERET FILHO, Paulo. O sistema agroindustrial de carnes: competitividade e estruturas de governança. **Revista do BNDES**, v. 5, n. 10, p. 265-97, 1998.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**, v. 3, 2001.

SILVA, Ligia Neves. O desafio da implantação da gestão sustentável da Itaipu Binacional. In: **Congreso Internacional: Sostenibilidad Y La Industria Eléctrica Cislíe**. 2011.

SIMAS, Moana; PACCA, Sergio. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. **Estudos Avançados**, v. 27, n. 77, p. 99-116, 2013.

SINGH, S.P.; PRERNA, Pandey. Review of recent advances in anaerobic packed-bed biogas reactors. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 13, n. 6, p. 1569-75, 2009.

SOUZA, S.N.M. de et al. Custo da eletricidade gerada em conjunto motor gerador utilizando biogás da suinocultura. **Acta Scientiarum Technology**, v. 26, n. 2, p. 127-33, 2004.

SPIES, Airton. The sustainability of the pig and poultry industries in Santa Catarina, Brazil: a framework for change PhD Thesis. **Natural and Rural Systems Management**, University of Queensland, 2003.

SUCK, André. Renewable Energy Policy in the United Kingdom and in Germany. **Max-Planck-Projektgruppe Recht der Gemeinschaftsgüter**, Bonn, 2002.

SUP, Luciano Mauro Arley. **Arquitetura física e lógica de uma smart microgrid para a gestão integrada da energia**: um modelo para o parque tecnológico Itaipu. Dissertação (mestrado) - UNIOESTE, Brasil. 2012.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

TSAI, W.T.; CHOU, Y.H.; CHANG, Y.M. Progress in energy utilization from agrowastes in Taiwan. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 8, n. 5, p. 461-81, 2004.

_____.; LIN, Che-I. Overview analysis of bioenergy from livestock manure management in Taiwan. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 13, n. 9, p. 2682-8, 2009.

TURNER, John C. Some current issues in research on social identity and self-categorization theories. **Social identity: Context, commitment, content**, p. 6-34, 1999.

UNRUH, G. C. Understanding carbon lock-in. **Energy Policy**, v. 28, n. 12, p. 817-30, 2000.

USDA - United States Department of Agriculture. Disponível em: <<http://www.ers.usda.gov/data-products.aspx#.UWwtwGcz6EA>>. Acesso em: 14 abr. 2013.

_____. **Foreign agricultural service**: global agricultural information network. Washington, D.C., 2012a.

VANOTTI, Matias B. et al. Development of a second-generation environmentally superior technology for treatment of swine manure in the USA. **Bioresource technology**, v. 100, n. 22, p. 5406-16, 2009.

VILLALOBOS MONTOYA, C.; SCHWEIZER-RIES, P. Getting people involved: the relationship between community participation and project sustainability. In: **Proceedings of the 18th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition**. 2004.

VIVAN, M. et al. Eficiência da interação biodigestor e lagoas de estabilização na remoção de poluentes em dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 3, p. 320-25, 2010.

WAGNER, R.C. et al. Hydrogen and methane production from swine wastewater using microbial electrolysis cells. **Water Research**, v. 43, n. 5, p. 1480-8, mar 2009.

WALKER, G.; CASS, N. Carbon reduction, 'the public' and renewable energy: Engaging with socio-technical configurations. **Area**, v. 39, n. 4, p. 458-69, 2007.

WARD, Alastair J. et al. Optimisation of the anaerobic digestion of agricultural resources. **Bioresource technology**, v. 99, n. 17, p. 7928-40, 2008.

WEILAND, P. Biomass digestion in agriculture: a successful pathway for the energy production and waste treatment in Germany. **Engineering in Life Sciences**, v. 6, n. 3, p. 302-9, 2006.

WEREKO-BROBBY, C.Y.; HAGEN, E.B. **Biomass conversion and technology**. UNESCO. Energy Engineering Series, John Wiley and Sons: New York, NY. p.99-115, 2000.

WÜSTENHAGEN, R.; WOLSINK, M.; BÜRER, M. J. Social acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept. **Energy Policy**, v. 35, n. 5, p. 2683-91, 2007.

YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2009

ZANELLA, M.G. **Ambiente institucional e políticas públicas para o biogás proveniente da suinocultura**. 2002. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Engenharia e Ciências Exatas - Programa de Pós-Graduação “*stricto sensu*” em Bioenergia - Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Toledo, 2012.

ZANETTE, André Luiz. **Potencial de aproveitamento energético do biogás no Brasil**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

APÉNDICE

Apêndice A: Roteiro para entrevistas com responsáveis pela gestão dos condomínios de agroenergia

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Departamento de Engenharia de Produção
Centro Tecnológico
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

FORMULÁRIO DE PESQUISA PARA TESE DE DOUTORADO
ROTEIRO PARA ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA

Questões a responder

- 1) Referente à fase inicial da proposta de criação deste Condomínio de Agroenergia:
 - a) Qual a sua origem?
 - b) Houve alguma instituição (universidade, centro de pesquisa, cooperativa de agricultores, governo, etc) que iniciou os estudos preliminares?
 - c) Qual o propósito da concepção do condomínio de agroenergia? (Valorização dos Resíduos, problemas ambientais, novas fontes de energia, etc)
- 2) Quais objetivos/metasp deste projeto?
- 3) Quais estudos foram realizados preliminarmente para a concepção do condomínio de agroenergia. Quais foram às etapas realizadas?
- 4) Quais são os atores e partes interessadas relevantes neste projeto?
- 5) Quantas propriedades fazem parte deste projeto?
- 6) Como foi a definição das propriedades e critérios de participação (Critérios de elegibilidade para participação das propriedades neste projeto)?
- 7) Como se deu a conscientização/comunicação/sensibilização dos atores e comunidade envolvidos neste projeto?

- 8) Há legislação vigente no País, Estado e/ou região que incentive projetos deste tipo? Se sim, a legislação vigente contribui para iniciativas deste tipo?
- 9) Se houve, quais foram as principais dificuldades na elaboração do projeto inicial?
- 10)10a. Existem indústrias e prestadores de serviços especializados para suporte a este tipo de projeto?

10b existem instituições públicas, privadas ou parcerias público-privadas de apoio à capacitação, tecnologia, informação, inovação para o condomínio, ou mais genericamente para as agroindústrias?

10c a região tem política de valorização territorial, marca regional, associação entre produção agroindustrial e turismo, selos ambientais, etc...?
- 11)Referente aos subprodutos do processo da biodigestão, qual a sua utilização? (geração de energia, geração de calor, usa para fertilizar o solo?)
- 12)Após a elaboração do projeto, quais foram às etapas realizadas para a implantação do mesmo?
- 13)Referente ao financiamento deste projeto: Qual a fonte do financiamento? Qual o custo/orçamento total envolvido?
- 14)Há algum tipo de subsídios de algum órgão municipal, estadual, federal para o presente projeto?
- 15)A comunidade de agricultores e os técnicos envolvidos neste projeto participaram de alguma reunião para discutir como deveriam ser aplicados os recursos? Por quê?
- 16)Os agricultores receberam algum tipo de treinamento para ingressar neste Projeto e após a implantação do mesmo?
- 17)17a Quando deu inicio o funcionamento deste projeto? Existe um Organograma Gerencial do condomínio de agroenergia?

17b Sobre governança: Existem alguns fóruns de gestão, existe alguma empresa consorciada que faça a governança?

- 18)Quais foram as principais dificuldades na implantação deste projeto?
- 19)Qual a dinâmica do funcionamento deste condomínio de agroenergia? Existe contrato de venda dos subprodutos? Quem vende a produção (responsável) e como são repassados os rendimentos?
- 20)Você acha que os agricultores estão satisfeitos com o que foi proposto e o que está sendo executado?
- 21)Você tem alguns números que mostram a redução dos custos nas propriedades com a implementação do projeto?
- 22)O projeto deste condomínio de agroenergia está ajudando a melhorar a vida dos agricultores e no desenvolvimento do município/região? Por quê? Cite exemplos (com números).
- 23)Os agricultores tornaram-se mais competitivos com a implantação do projeto?
- 24)Como você analisa a competitividade sistêmica deste condomínio?
- 25)Quais os fatores de competitividade mais significativos para este segmento? Por quê?

Apêndice B: Roteiro para entrevistas com agricultores participantes do projeto

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Departamento de Engenharia de Produção
Centro Tecnológico
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

FORMULÁRIO DE PESQUISA PARA TESE DE DOUTORADO
ROTEIRO PARA ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA
(Agricultores ligados ao projeto)

- 1) Como você ficou sabendo da intenção de criação deste condomínio de Agroenergia?
- 2) De que forma você participou/participa das decisões deste Projeto?
- 3) Você teve que realizar algum investimento para atender as exigências do projeto ou já havia uma estrutura pré-disposta na propriedade?

3b: participa de algum mecanismo associativista, ou de cooperação com os demais agricultores?
- 4) Houve algum tipo de melhora no faturamento e na qualidade de vida depois da implantação do projeto?
- 5) Qual o percentual de participação da renda proveniente do Projeto no orçamento da família?
- 6) Recebeu algum tipo de treinamento para ingressar no Projeto?
- 7) A prefeitura, e/ou outros órgãos que representam os agricultores, tem demonstrado interesse na continuidade do projeto? De que forma?
- 8) Este projeto tem ajudado os agricultores? De que forma?
- 9) Referente aos aspectos ambientais houve melhoras com a implantação do projeto?
- 10) O senhor (a) autoriza que seu nome seja citado como fonte destas informações?

Apêndice C: Roteiro para entrevistas com pesquisadores da temática (Universidades e Centros de Pesquisa)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Departamento de Engenharia de Produção
Centro Tecnológico
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

FORMULÁRIO DE PESQUISA PARA TESE DE DOUTORADO
ROTEIRO PARA ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA
Pesquisadores da temática

- 1) Tem conhecimento de algum projeto na área de Energia Renovável relacionado à utilização da biomassa em propriedades rurais?
- 2) Tem conhecimento sobre a elaboração de projetos de condomínios de agroenergia?
- 3) Participou no estudo para a elaboração deste formato de projeto? Quais foram as etapas para a elaboração? Quais estudos foram realizados? Qual a metodologia de estudo?
- 4) Para a realização do estudo, houve parceria de algum órgão de fomento (Federal, estadual, agências para o desenvolvimento)?
- 5) Qual o papel da universidade, centros de pesquisa na promoção destes projetos?
- 6) Quais os benefícios deste tipo de projeto no âmbito ambiental, social e econômico?
- 7) Quem são os principais atores (organizações) e quem deve tomar a iniciativa para que estes tipos de projetos sejam implantados?
- 8) Quais as principais dificuldades para a implantação destes tipos de condomínios?
- 9) Os agricultores se tornaram mais competitivos com o projeto? Como você analisa a competitividade sistêmica do condomínio?

- 10) Quais os fatores de competitividade mais significativos para este segmento em sua opinião? Por quê?
- 11) O senhor (a) autoriza que o seu nome seja citado como fonte destas informações?

ANEXO

Anexo A: Viabilidad económico-financiera de un dos condomínios de agroenergía oriundo do projeto Agrogás

Informe_DET



Datos del promotor

Datos de contacto
BIOENERGÍA ULTZAMA S.A.

Fecha
05/04/2014

El objetivo del proyecto AGROGAS es permitir que los sectores agrícola, agroindustrial y ganadero reduzcan el impacto medioambiental generado por sus residuos y mejorar la eficacia de los recursos energéticos de las zonas rurales para disminuir su dependencia energética. La tecnología seleccionada para alcanzar estos objetivos es la metanización. Este proyecto está financiado por la Unión Europea a través del programa de cooperación territorial INTERREG IV B del Espacio Sudoeste Europeo (SUDOE), perteneciente al Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

Informe_DET

Datos iniciales

País	España
División administrativa	Navarra Navarra
Coordenadas	42.82 ° N ; 1.63 ° W
Contacto socio AGROGAS	Fundación FUNDAGRO C/ San Fermin 32, Planta Baja 31003 Pamplona Tlf. +34 948 15 15 50. fundagro@uagn.es
Temperatura media	11,6 °C
Residuos a distancia <=10km	100,0 %
Residuos a distancia >10km	0,0 %

Digestión anaerobia

Tecnología de digestión	Húmeda
Cantidad de sustrato procesado	78.000 t/año
Cantidad de materia seca procesada	8.970 t/año
Cantidad de materia orgánica procesada	7.176 t/año
Cantidad de materia orgánica destruida	4.040 t/año
Necesidades de agua de dilución	0 m3/año
Tasa de recirculación	0 %
Necesidades de materia seca para concentrar	-- t/año
Cantidad de digerido producido	74.062 t/año
Volumen total del digestor	9.008 m3
Tiempo de retención hidráulica	41 días
Necesidades de calor de proceso	2.884 MWh/año
Producción de CH4	1.456.728 Nm3/año
Producción de biogás	2.392.000 Nm3/año
Caudal medio de biogás producido	273 Nm3/h
Aviso de excesiva recirculación	No
Aviso de riesgo inhibición por amonio	No
Aviso C/N fuera de rango	No (20)

Equipos

Sistema de alimentación: Encargado de recibir, mezclar y alimentar los distintos sustratos. Digestor anaerobio: Tanque calefactado donde se lleva a cabo el proceso de digestión. Gasómetro: Permite el almacenamiento de cierto volumen de biogás antes de su uso. Sistema de almacenamiento de digeridos: Permite la acumulación del digerido antes de su aplicación final.

ESCENARIO 1**Valorización del biogás**

Forma de valorización del biogás	Caldera	
Uso que se da a la electricidad	No	
Uso que se da al calor	Venta	
Uso que se da al biometano	No	
Necesidades de calor cerca de la instalación	0	MWh/año

Equipos

La caldera es un equipo que utiliza del biogás como combustible permitiendo el aprovechamiento, mediante un sistema de intercambio, de la energía térmica producida, ya sea para autoconsumo o para su venta.

Caldera

Energía térmica valorizable en caldera	12.320	MWh/año
Potencia térmica media en caldera	1.540	kW
Potencia térmica instalada en caldera	1.617	kW
Energía térmica disipada de caldera (no valorizada)	0	MWh/año
Inversión en sistema de caldera	229.936	€
Ingreso o ahorro (venta o uso del calor)	1.321.112	€/año

Cogeneración

Producción de electricidad en cogeneración	--	MWh/año
Potencia eléctrica media producida en cogeneración	--	kW
Potencia eléctrica instalada de la ud. de cogeneración	--	kW
Producción de energía térmica en cogeneración	--	MWh/año
Energía térmica disipada en cogeneración (no valorizada)	--	MWh/año
Coefficiente de valorización térmica cogeneración	--	
Coefficiente de eficacia energética bruta	--	
Inversión en sistema de cogeneración	--	€
Ingreso o ahorro (venta o uso de la electricidad)	--	€/año
Ingreso o ahorro (venta o uso del calor)	--	€/año

Biometano

Energía térmica producida en el biogás producido	--	MWh/año
Energía perdida en el proceso de purificación	--	MWh/año
Energía térmica de salida del purificador	--	MWh/año
Caudal de biometano de salida del purificador	--	Nm ³ CH ₄ /h
Capacidad instalada del purificador	--	Nm ³ CH ₄ /h
Energía en el biometano producido (PCS)	--	MWh/año
Cantidad de biometano producido	--	Nm ³ /año
Caudal de biometano producido	--	Nm ³ CH ₄ /h
Inversión en sistema de biometano	--	€
Ingreso por venta del biometano	--	€/año

Informe_DET

Estudio económico		
Inversión	1.985.920	€
Planta de biogás	1.755.984	€
Equipos para valorización del gas	229.936	€
Otras inversiones	0	€
Ingresos	1.321.112	€/año
Venta de productos (electricidad, calor, bioCH ₄ , digerido)	1.321.112	€/año
Ahorro de energía	0	€/año
Gestión de residuos	0	€/año
Otros ingresos	0	€/año
Precio de venta de la electricidad	--	c€/kWh
Precio de venta de la energía térmica	14	c€/kWh
Precio de venta del biometano	--	c€/kWh
Gastos	949.229	€/año
Explotación	396.334	€/año
Mano de obra	96.595	€/año
Logística	456.300	€/año
Coste de aprovisionamiento	0	€
Otros costes	0	€/año
Gastos de explotación como porcentaje de las ventas	30	%
Uso de la mano de obra	0,0006	h/t-d
Coste de la mano de obra	8	€/h
Nº de días trabajados al año	258	jornadas
Coste de logística	5,85	€/t

Informe_DET

Estudio financiero

Financiación	1.985.920	€
Subvenciones	893.664	€
Fondos propios	357.466	€
Préstamo	734.790	€
Parte de subvenciones (entre 0 y 15%)	45	%
Parte de fondos propios (entre 15 y 30%)	18	%
Parte de préstamo	37	%
Tipo de interés préstamo	3,50	%

Indicadores económico-financieros

EBITDA	371.883	€/año
VAN	2.937.758	€
Índice de enriquecimiento	2,690	
Periodo de retorno	2,9	años
Coefficiente de descuento	4,37	%
Coefficiente de recuperación del capital	922,78	%

Estudio medioambiental

Ahorro de energía primaria	12.320	MWh/año
Ahorro de emisiones de CO2 equivalente	3.425	t/año
Coches anuales equivalentes	865	unidades
Árboles equivalentes	5.231.727	unidades

Informe_DET

ESCENARIO 2**Valorización del biogás**

Forma de valorización del biogás	Cogeneración	
Uso que se da a la electricidad	Venta	
Uso que se da al calor	Venta	
Uso que se da al biometano	No	
Necesidades de calor cerca de la instalación	0	MWh/año

Equipos

El biogás es utilizado como combustible en un motor, el cual está acoplado a un generador eléctrico. La energía eléctrica y térmica generada puede utilizarse indistintamente para autoconsumo o para su venta.

Caldera

Energía térmica valorizable en caldera	--	MWh/año
Potencia térmica media en caldera	--	kW
Potencia térmica instalada en caldera	--	kW
Energía térmica disipada de caldera (no valorizada)	--	MWh/año
Inversión en sistema de caldera	--	€
Ingreso o ahorro (venta o uso del calor)	--	€/año

Cogeneración

Producción de electricidad en cogeneración	4.880	MWh/año
Potencia eléctrica media producida en cogeneración	610	kW
Potencia eléctrica instalada de la ud. de cogeneración	641	kW
Producción de energía térmica en cogeneración	6.199	MWh/año
Energía térmica disipada en cogeneración (no valorizada)	0	MWh/año
Coefficiente de valorización térmica cogeneración	0,866	
Coefficiente de eficacia energética bruta	0,515	
Inversión en sistema de cogeneración	961.340	€
Ingreso o ahorro (venta o uso de la electricidad)	561.232	€/año
Ingreso o ahorro (venta o uso del calor)	464.172	€/año

Biometano

Energía térmica producida en el biogás producido	--	MWh/año
Energía perdida en el proceso de purificación	--	MWh/año
Energía térmica de salida del purificador	--	MWh/año
Caudal de biometano de salida del purificador	--	Nm ³ CH ₄ /h
Capacidad instalada del purificador	--	Nm ³ CH ₄ /h
Energía en el biometano producido (PCS)	--	MWh/año
Cantidad de biometano producido	--	Nm ³ /año
Caudal de biometano producido	--	Nm ³ CH ₄ /h
Inversión en sistema de biometano	--	€
Ingreso por venta del biometano	--	€/año

Informe_DET

Estudio económico

Inversión	2.717.324	€
Planta de biogás	1.755.984	€
Equipos para valorización del gas	961.340	€
Otras inversiones	0	€
Ingresos	1.025.404	€/año
Venta de productos (electricidad, calor, bioCH ₄ , digerido)	1.025.404	€/año
Ahorro de energía	0	€/año
Gestión de residuos	0	€/año
Otros ingresos	0	€/año
Precio de venta de la electricidad	12	c€/kWh
Precio de venta de la energía térmica	14	c€/kWh
Precio de venta del biometano	--	c€/kWh
Gastos	860.516	€/año
Explotación	307.621	€/año
Mano de obra	96.595	€/año
Logística	456.300	€/año
Coste de aprovisionamiento	0	€
Otros costes	0	€/año
Gastos de explotación como porcentaje de las ventas	30	%
Uso de la mano de obra	0,0006	h/t d
Coste de la mano de obra	8	€/h
Nº de días trabajados al año	258	jornadas
Coste de logística	5,85	€/t

Informe_DET

Estudio financiero

Financiación	2.717.324	€
Subvenciones	1.222.796	€
Fondos propios	489.118	€
Préstamo	1.005.410	€
Parte de subvenciones (entre 0 y 15%)	45	%
Parte de fondos propios (entre 15 y 30%)	18	%
Parte de préstamo	37	%
Tipo de interés préstamo	3,50	%

Indicadores económico-financieros

EBITDA	164.887	€/año
VAN	292.319	€
Índice de enriquecimiento	0,20	
Periodo de retorno	9,1	años
Coefficiente de descuento	4,37	%
Coefficiente de recuperación del capital	922,78	%

Estudio medioambiental

Ahorro de energía primaria	10.787	MWh/año
Ahorro de emisiones de CO2 equivalente	2.999	t/año
Coches anuales equivalentes	757	unidades
Árboles equivalentes	4.580.518	unidades

ESCENARIO 3**Valorización del biogás**

Forma de valorización del biogás	Biometano	
Uso que se da a la electricidad	No	
Uso que se da al calor	No	
Uso que se da al biometano	Inyección	
Necesidades de calor cerca de la instalación	0	MWh/año

Equipos

Será necesario el paso del biogás por un sistema de secado, limpieza, y concentración para la eliminar el CO₂ y otros contaminantes. Posteriormente pasará por un sistema de compresión para su inyección a la red de gas.

Caldera

Energía térmica valorizable en caldera	--	MWh/año
Potencia térmica media en caldera	--	kW
Potencia térmica instalada en caldera	--	kW
Energía térmica disipada de caldera (no valorizada)	--	MWh/año
Inversión en sistema de caldera	--	€
Ingreso o ahorro (venta o uso del calor)	--	€/año

Cogeneración

Producción de electricidad en cogeneración	--	MWh/año
Potencia eléctrica media producida en cogeneración	--	kW
Potencia eléctrica instalada de la ud. de cogeneración	--	kW
Producción de energía térmica en cogeneración	--	MWh/año
Energía térmica disipada en cogeneración (no valorizada)	--	MWh/año
Coefficiente de valorización térmica cogeneración	--	
Coefficiente de eficacia energética bruta	--	
Inversión en sistema de cogeneración	--	€
Ingreso o ahorro (venta o uso de la electricidad)	--	€/año
Ingreso o ahorro (venta o uso del calor)	--	€/año

Biometano

Energía térmica producida en el biogás producido	16.111	MWh/año
Energía perdida en el proceso de purificación	2.336	MWh/año
Energía térmica de salida del purificador	13.775	MWh/año
Caudal de biometano de salida del purificador	156	Nm ³ CH ₄ /h
Capacidad instalada del purificador	163	Nm ³ CH ₄ /h
Energía en el biometano producido (PCS)	13.500	MWh/año
Cantidad de biometano producido	1.220.592	Nm ³ /año
Caudal de biometano producido	153	Nm ³ CH ₄ /h
Inversión en sistema de biometano	654.944	€
Ingreso por venta del biometano	1.079.980	€/año

Informe_DET

Estudio económico		
Inversión	2.410.928	€
Planta de biogás	1.755.984	€
Equipos para valorización del gas	654.944	€
Otras inversiones	0	€
Ingresos	1.079.980	€/año
Venta de productos (electricidad, calor, bioCH4, digerido)	1.079.980	€/año
Ahorro de energía	0	€/año
Gestión de residuos	0	€/año
Otros ingresos	0	€/año
Precio de venta de la electricidad	--	c€/kWh
Precio de venta de la energía térmica	--	c€/kWh
Precio de venta del biometano	8	c€/kWh
Gastos	876.889	€/año
Explotación	323.994	€/año
Mano de obra	96.595	€/año
Logística	456.300	€/año
Coste de aprovisionamiento	0	€
Otros costes	0	€/año
Gastos de explotación como porcentaje de las ventas	30	%
Uso de la mano de obra	0,0006	h/t-d
Coste de la mano de obra	8	€/h
Nº de días trabajados al año	258	jornadas
Coste de logística	5,85	€/t

Informe_DET

Estudio financiero

Financiación	2.410.928	€
Subvenciones	1.084.917	€
Fondos propios	433.967	€
Préstamo	892.043	€
Parte de subvenciones (entre 0 y 15%)	45	%
Parte de fondos propios (entre 15 y 30%)	18	%
Parte de préstamo	37	%
Tipo de interés préstamo	3,50	%

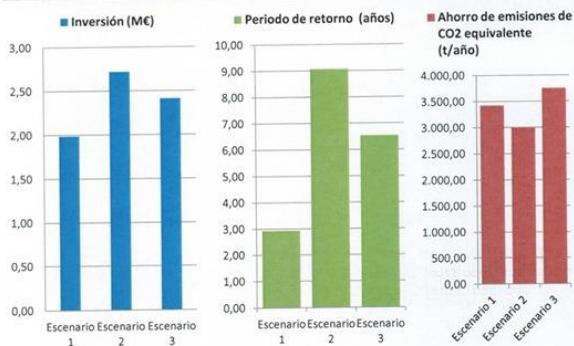
Indicadores económico-financieros

EBITDA	203.091	€/año
VAN	874.839	€
Índice de enriquecimiento	0,66	
Periodo de retorno	6,5	años
Coefficiente de descuento	4,37	%
Coefficiente de recuperación del capital	923	%

Estudio medioambiental

Ahorro de energía primaria	13.500	MWh/año
Ahorro de emisiones de CO2 equivalente	3.753	t/año
Coches anuales equivalentes	948	unidades
Árboles equivalentes	5.732.583	unidades

Visión general



Los resultados presentados aquí son para fines informativos únicamente. Bajo ningún concepto son responsabilidad de los organismos, ni de las empresas subcontratadas por dichos organismos, que han contribuido al desarrollo del software AGROGAS

Anexo B: International intensive Biogas Training



International Intensive Biogas Training

- Practical Digester Biology -

At the Abertay University, Dundee, UK

July 6-8, 2015



For the first time the Renewable Energy Association (REA) and the International Biogas and Bioenergy Center of Competence (IBBK Fachgruppe Biogas) are delighted to welcome you for a 3-day long in-depth Biogas Operators & Planners Course at the Abertay University in Dundee. The course will be delivered by biogas experts from Germany and UK with many years of practical experience in the biogas sector.



Who would benefit from the course?

- Biogas plant operators & staff; farmers planning to operate an AD-facility
- AD developers
- Central & local government officials engaged with AD
- Banks & investment houses, private investors
- Academic institutions

Conditions of participation

Registration is required in writing per fax or e-mail. After receiving your complete registration, we will send you the confirmation and bill by e-mail. Written cancellations are possible before June 21, 2015 for an administration charge of 1,000 Euro. After June 21, 2015 cancellations are possible only in exceptional cases and subject to a charge of 1,500 Euro. The number of cancellations is limited. Therefore a timely registration is recommended.

The complete price for the biogas course is **1290 EUR**. REA full members: **1080 EUR**

All prices plus 19 % VAT. If there's a VAT registration number of your company, available and your country belongs to the EU, we won't have to charge VAT.

Included are

- seminar-CD
- beverages and lunch during the course
- entrance fees to biogas site

Not included are

- travel to seminar and biogas site
- accommodation
- further meals and beverages

Registration form (please provide billing address)

Biogas Training, July 6-8, 2015 - Dundee, UK

Family name _____ First name _____

Company/ Institution _____

VAT Reg.-No. (only required for European companies to issue invoices without VAT) _____

ZIP-code _____ City _____ Country _____

Street/No _____

Phone _____ Fax _____

E-mail _____ www: _____

Date _____ Signature _____

I am/ I/CE interested in receiving information from IBK.

Please send your registration

by fax to: s.volk@biogas-zentrum.de or E-mail to:

+49 - (0)7954 - 926 132

IBBK Fachgruppe Biogas GmbH • Am Feuersee 6 • 74692 Kirchberg • Germany

Preliminary program	
Monday, 06 July 2015	
08:30	Registration Welcome to the seminar Lecturers and attendees introduce themselves Overview of the Biogas industry in Europe and UK and its future development
10:30	Coffee break New substrates and their pretreatment for future biogas plants <ul style="list-style-type: none"> Micro algae and their challenges Pre-treatment of high-moisture biomass Pretreatment for the improvement of biogas yield
12:30	Lunch Fundamentals of biological process <ul style="list-style-type: none"> The anaerobic digestion process Environmental parameters Engineering parameters
15:00	Coffee break Choosing the right substrate and combining it for the optimal digestion input <ul style="list-style-type: none"> Substrate selection criteria Calculation of the gas yield according to energy content Substrate quality and level of contamination Off farm material from communal and industrial origin
17:00	Discussion
17.15	End of the day
Tuesday, 07 July 2015	
9:00	Pretreatment and pre-storage technology <ul style="list-style-type: none"> Enabling pre-storage technology Purpose and classification of fermentation and hydrolysis phase Pretreatment of difficult substrates Dealing with high fiber and high nitrogen content
10:30	Coffee break
10:45	Start up phase & practical measures for monitoring the digestion process <ul style="list-style-type: none"> Initial phase: Heating-up and Feeding-start Testing parameters during operation Practical devices for plant monitoring

12:30	Lunch
13:15	Process parameters <ul style="list-style-type: none"> Inhibitors in anaerobic processes Additives Process control
15:00	Coffee break Interactive group and laboratory session - <ul style="list-style-type: none"> Necessary laboratory tests & practical interpretation of operating modes using examples from practise Testing parameters during operation Practical devices for plant monitoring Record keeping
17:00	Discussion
17.15	End of the day

Wednesday, 08 July 2015	
09:00	Practical experiences & lessons from operating a bio-waste and food waste plant
10:30	Coffee break Measurement for process optimisation, stabilisation and enhancement of the biogas production <ul style="list-style-type: none"> Gas analysis related to the metabolic pathway Application area for gas analysis devices Application of further measured variables, controlling and supervisory control
13:00	Lunch
15:00	Biogas Plant visit
~ 17:15	Return to Dundee End of the Seminar