

**UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO - PPGA**

**MARCO ANTONIO SAMPAIO DE JESUS**

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE ECOINOVAÇÕES: O CASO DA TECNOLOGIA  
DE BIODIGESTORES APLICADA NA AGROINDÚSTRIA PROCESSADORA DE  
MANDIOCA DO ESTADO DO PARANÁ**

**SÃO PAULO**

**2015**

**Marco Antonio Sampaio de Jesus**

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE ECOINOVAÇÕES: O CASO DA TECNOLOGIA DE BIODIGESTORES APLICADA NA AGROINDÚSTRIA PROCESSADORA DE MANDIOCA DO ESTADO DO PARANÁ**

**ECO-INNOVATIONS IMPACT ASSESSMENT: THE CASE OF BIODIGESTER TECHNOLOGY APPLIED IN PROCESSING OF CASSAVA INDUSTRIES OF PARANÁ STATE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Nove de Julho – PPGA/UNINOVE, como requisito parcial para a obtenção do grau de **Doutor em Administração**.

**ORIENTADORA: PROF<sup>A</sup>. DR<sup>A</sup>. CLAUDIA BRITO SILVA CIRANI**

**SÃO PAULO**

**2015**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Jesus, Marco Antonio Sampaio de.

Avaliação do impacto deecoinovações: o caso da tecnologia de biodigestores aplicada na agroindústria processadora de mandioca do Estado do Paraná. Marco Antonio Sampaio de Jesus. 2015.

123f.

Tese (doutorado) – Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2015.

Orientador (a): Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Cláudia Brito Silva Cirani.

1. Ecoinovação. 2. Avaliação de desempenho. 3. Indústrias processadoras de mandioca. 4. Biodigestores.

I. Cirani, Cláudia Brito Silva.

II. Título

CDU 658

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE ECOINOVAÇÕES: O CASO DA TECNOLOGIA DE BIODIGESTORES APLICADA NA AGROINDÚSTRIA PROCESSADORA DE MANDIOCA DO ESTADO DO PARANÁ**

**POR**

**Marco Antonio Sampaio de Jesus**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Nove de Julho – PPGA/UNINOVE, como requisito parcial para a obtenção do título de **Doutor em Administração**, sendo a banca examinadora formada por:

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Katia Regina Evaristo de Jesus – Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR e  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA

---

Prof. Dr. Hamilton Luiz Corrêa – Universidade de São Paulo – FEA/USP

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Cláudia Brito Silva Cirani – Universidade Nove de Julho – UNINOVE

---

Prof. Dr. Leonel Cezar Rodrigues (PhD) – Universidade Nove de Julho – UNINOVE

---

Prof. Dr. Flávio Hourneaux Jr. – Universidade Nove de Julho – UNINOVE

São Paulo, 26 de Junho de 2015.

## DEDICATÓRIA

A DEUS e a toda minha amada FAMÍLIA (meu pai Antonio, minha mãe Maria, minha irmã Luisa, meus sobrinhos Felipe e Leonardo, minha esposa Karin e minha filha Marianna), fontes inesgotáveis de amor e energia, que sempre estiveram ao meu lado, incentivando e apoiando nas horas mais difíceis, compreendendo minha ansiedade e meus momentos de isolamento para concretizar esta pesquisa.

Acrescento uma mensagem especial para a minha filha Marianna, minha eterna princesinha: Eu torço muito para que daqui a alguns anos, quando estiver “mais crescida”, você esteja vivendo em um mundo justo, seguro e em harmonia com a natureza, onde possa ter uma vida digna, saudável e constituir a sua família.  
Papai te ama muito!

## AGRADECIMENTOS

Aprendi que uma tese é o resultado de uma construção coletiva que se dá ao longo do tempo, com orientações, muita transpiração e momentos de inspiração. Este trabalho é fruto de todo um aprendizado: desde os ensinamentos básicos recebidos dos meus amados pais, que instituíram meus valores éticos e morais e me prepararam para o mundo; meus queridos e saudosos professores do primeiro e segundo graus, que me alfabetizaram e acenderam a chama da curiosidade para buscar “o saber”; meus professores e colegas de formação acadêmica (graduação e pós-graduação); meus amigos da infância, adolescência e juventude; colegas de trabalho; culminando no Programa de Pós-Graduação em Administração (PPGA) da UNINOVE, representado por todos os professores, funcionários e colegas de sala de aula.

À minha orientadora, Professora Claudia Cirani, pela dedicação, estímulo, paciência, contribuições e orientações gerais. Também não posso deixar de agradecer meus orientadores durante os dois primeiros anos do doutoramento, que por contingências da vida não puderam continuar comigo, respectivamente os professores Pedro Côrtes, Milton Campanario e a professora Eva Stal.

Meu especial agradecimento ao professor Leonel Cezar Rodrigues pelos valiosos comentários e inesgotáveis contribuições, além do rico convívio acadêmico. Aos colegas Luiz Henrique e Mário Santos pelo apoio na superação das adversidades que a vida colocou no meu caminho (como a doença do meu pai). Ao Mário, em particular, meu muito obrigado pela ajuda ímpar na revisão e formatação do texto.

Aos profissionais das fecularias que me atenderam e toleraram durante todo o processo de coleta dos dados. À Kharolyn e ao Eduardo, da Planotec Biodigestores, pela cordialidade e informações compartilhadas que permitiram viabilizar esta pesquisa. À Embrapa Meio Ambiente, na pessoa da pesquisadora Dr<sup>a</sup> Katia Regina, pela disponibilização do modelo INOVA-tec System e esclarecimentos técnicos e conceituais.

Agradeço também pelo teor e valor dos comentários feitos pelos professores que compuseram a banca de defesa pública desta tese de doutoramento. Além de contribuírem para o refinamento da pesquisa, me motivaram ainda mais a desenvolver o projeto de estágio pós-doutoral para prosseguir na minha formação científica continuada.

Finalmente, quero agradecer ao Fundo de Amparo à Pesquisa da Universidade Nove de Julho (FAP/UNINOVE) pelo suporte e pela concessão de bolsa integral. Também à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por acreditar e financiar o projeto Pró-Estratégia, ao qual esta pesquisa está vinculada.

## RESUMO

As externalidades negativas provocadas pelas atividades produtivas para atender as necessidades de consumo impactam diretamente o meio ambiente natural, por exemplo, pela emissão de gases efeito estufa e contaminação do solo e da água, exigindo novas abordagens para os processos decisórios das organizações. Entre essas abordagens estão a incorporação de inovações que proporcionem redução dos impactos ambientais, também denominadas ecoinovações, bem como a adoção de modelos que avaliem de forma abrangente, integrada e em diferentes perspectivas a *performance* geral dessas inovações. Tendo como objeto de pesquisa a ecoinovação ‘tecnologia de biodigestores’ e como campo de pesquisa as feculárias do Estado do Paraná, este estudo de casos múltiplos compreendeu uma extensa revisão na literatura para propor um conjunto específico de indicadores capazes de avaliar o impacto geral provocado pela referida ecoinovação, contemplando as dimensões clássicas do desenvolvimento sustentável (ambiental, social e econômica) bem como as demais dimensões definidas para o modelo utilizado (capacitação de recursos humanos, desenvolvimento institucional, introdução da inovação, ocorrências inesperadas/indesejadas e características da gestão ambiental). Esse conjunto de indicadores foi incorporado ao modelo INOVA-tec System (Jesus-Hitzschky, 2007) desenvolvido por uma pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, configurando um novo modelo aqui denominado INOVA-tec System Modificado. Os dados primários obtidos foram processados no novo modelo e após análise dos resultados ficou evidenciado que a tecnologia objeto desta pesquisa tem um cenário favorável à sua disseminação, porém a *performance* dos indicadores ainda é baixa. Foram, então, apresentadas sugestões de melhoria visando otimizar o impacto geral da tecnologia e, ao final, recomenda-se que o modelo proposto neste estudo seja aplicado em outras atividades da agroindústria a fim de validar e aprimorar sua contribuição teórica.

Palavras-chave: Ecoinovação, Avaliação de desempenho, Indústrias processadoras de mandioca, Biodigestores, INOVA-tec System.

## **ABSTRACT**

The negative externalities caused by production activities to satisfy the consumption needs impact directly on the natural environment, for example, the emission of greenhouse gases and pollution of soil and water, requiring new approaches to decision-making processes in organizations. Among these approaches are incorporating innovations that provide reduced environmental impacts, also called eco-innovations, and the adoption of models that assess comprehensively, integrated and in different perspectives the overall performance of these innovations. Considering that the object of this research is the eco-innovation 'biodigester technology' and the research field are the processing of cassava industries in State of Paraná, this multicase study included an extensive literature review to propose a specific set of indicators to assess the overall impact caused by the eco-innovation cited, covering the classic dimensions of sustainable development (environmental, social and economic) as well as other dimensions defined for the model used (training of human resources, institutional development, introducing innovation, unexpected/unwanted occurrences and characteristics of environmental management). This set of indicators was incorporated into the INOVA-tec System Model (Jesus-Hitzschky, 2007) developed by a researcher at the Brazilian Agricultural Research (Embrapa), setting up a new model called INOVA-tec System Modified. The primary data were processed in the new model and after analysis of the results it was evident that the technology object of this research has a favorable scenario for its spread, but the performance indicators are still low. Then were then presented suggestions for improvement to optimize the overall impact of the technology and at the end, it is recommended that the model proposed in this study be applied to other activities of the agricultural industry in order to validate and improve it's theoretical contribution.

**Keywords:** Eco-innovation, Performance evaluation, Processing of cassava industries, Biodigester, INOVA-tec System.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação da pesquisa	23
Figura 2 – Estrutura da pesquisa	24
Figura 3 – Principais características das estratégias de inovação	37
Figura 4 – Efeitos da combinação de estratégias de inovação	38
Figura 5 – Representação simplificada do processo de inovação	39
Figura 6 – Destino das exportações de fécula de mandioca brasileira - janeiro de 2012	43
Figura 7 – Imagens das lagoas de eutrofização de uma das indústrias	47
Figura 8 – Princípios para processos de avaliação de sustentabilidade	50
Figura 9 – Taxonomia para postura ambiental	51
Figura 10 – Ambiente da inovação tecnológica e o sistema INOVA-tec System	54
Figura 11 – Interface para caracterização da inovação	56
Figura 12 – Cálculo do índice de significância	58
Figura 13 – Cálculo do índice de magnitude	60
Figura 14 – Matriz de impacto	63
Figura 15 – Matriz de avaliação	63
Figura 16 – Lista de recomendação para o gerenciamento do impacto	65
Figura 17 – Relação das indústrias universo da pesquisa	70
Figura 18 – Localização das fecularias	77
Figura 19 – Indicadores utilizados para alimentação do INOVA-Tec System Modificado	83
Figura 20 – Indicadores para o índice de magnitude	85
Figura 21 – Matriz de impactos	86
Figura 22 – Matriz de impactos	87
Figura 23 – Desempenho por dimensão	89

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Fatores de moderação para cálculo do índice de significância.....	57
Tabela 2 – Variáveis para cálculo do índice de significância.....	84
Tabela 3 – Variáveis para o índice de significância .....	85

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABAM	Associação Brasileira dos Produtores de Amido de Mandioca
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Social
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEPEA/ESALQ	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
CTI	<i>The Climate Technology Initiative</i>
C&T	Ciência e Tecnologia
EIO	<i>Eco-Innovation Observatory</i>
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMATER	Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural
ETAP	<i>European Commission's Environmental Technologies Nation Plan</i>
EUA	Estados Unidos da América
CFC	Gases com composição Cloro-Flúor-Carbono
FINAME	Agência Especial de Financiamento Industrial
GEE	Gases Efeito Estufa
IEA	<i>International Energy Agency</i>
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
OECD	<i>Organization for Economic Co-operation and Development</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PLM	<i>Product Life Cycle Management</i>
PPGA-UNINOVE	Programa de Pós-Graduação em Administração da UNINOVE
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PR	Estado do Paraná
SIMP	Sindicato das Indústrias Produtoras de Mandioca do Paraná
UF	Unidade Federativa
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1	QUESTÃO DE PESQUISA .....	19
1.2	OBJETIVOS .....	19
1.2.1	Objetivo geral .....	19
1.2.2	Específicos.....	19
1.3	JUSTIFICATIVA .....	19
1.4	CONSTRUCTO TEÓRICO .....	22
1.5	ESTRUTURA DA PESQUISA.....	23
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>25</b>
2.1	MUDANÇAS CLIMÁTICAS E RECURSOS HÍDRICOS.....	25
2.2	ORGANIZAÇÕES SUSTENTÁVEIS.....	28
2.3	INOVAÇÃO: ORIGENS, DETERMINANTES E ESTRATÉGIAS .....	31
2.4	ECOINOVAÇÃO.....	39
2.5	BIODIGESTORES APLICADOS NO SEGMENTO DAS FECULARIAS .....	42
2.6	INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE .....	47
2.7	MODELO INOVA-TEC SYSTEM .....	52
2.7.1	Descrição do modelo .....	55
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>67</b>
3.1	DELINEAMENTO DO ESTUDO .....	67
3.2	ÂMBITO DA PESQUISA .....	69
3.3	PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS.....	71
3.4	PROTOCOLO DO ESTUDO MULTICASOS .....	74
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>77</b>
4.1	CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS ESTUDADAS .....	77

4.2	DEFINIÇÃO DOS INDICADORES PARA COMPOR O INOVATEC-TEC SYSTEM MODIFICADO .....	80
4.3	TRATAMENTO DOS DADOS .....	86
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>93</b>
5.1	RESPOSTAS AOS OBJETIVOS DEFINIDOS .....	93
5.2	AÇÕES CORRETIVAS .....	94
5.3	CONTRIBUIÇÃO TEÓRICA.....	96
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>98</b>
	<b>APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE CONSENTIMENTO EM PARTICIPAÇÃO NO PROJETO E PESQUISA PRÓ-ESTRATÉGIA.....</b>	<b>108</b>
	<b>APÊNDICE B – PESQUISA SOBRE ECOINOVAÇÃO EM FECULARIAS, FARINHEIRAS E AMIDONARIAS .....</b>	<b>110</b>
	<b>APÊNDICE C – AUTORIZAÇÃO DE CITAÇÃO DO NOME DO(A) ENTREVISTADO(A) E DO NOME DE MINHA EMPRESA .....</b>	<b>111</b>
	<b>ANEXO 1 – ÍNDICE DE MAGNITUDE DA DIMENSÃO AMBIENTAL.....</b>	<b>112</b>
	<b>ANEXO 2 – ÍNDICE DE MAGNITUDE DA DIMENSÃO DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL.....</b>	<b>113</b>
	<b>ANEXO 3 – ÍNDICE DE MAGNITUDE DA DIMENSÃO CAPACITAÇÃO.....</b>	<b>114</b>
	<b>ANEXO 4 – ÍNDICE DE MAGNITUDE DA DIMENSÃO ECONÔMICA.....</b>	<b>115</b>
	<b>ANEXO 5 – ÍNDICE DE MAGNITUDE DA DIMENSÃO SOCIAL .....</b>	<b>116</b>
	<b>ANEXO 6 – ÍNDICE DE MAGNITUDE DA DIMENSÃO INTRODUÇÃO DA INOVAÇÃO .....</b>	<b>117</b>
	<b>ANEXO 7 – ÍNDICE DE MAGNITUDE DA DIMENSÃO OCORRÊNCIAS INESPERADAS .....</b>	<b>118</b>

<b>ANEXO 8 – ÍNDICE DE MAGNITUDE DA DIMENSÃO INDICADORES</b>	
<b>ESPECÍFICOS .....</b>	<b>119</b>
<b>ANEXO 9 – DESCRITIVO DO CENÁRIO DA INOVAÇÃO .....</b>	<b>120</b>
<b>ANEXO 10 – DESCRITIVO DO CENÁRIO DA INOVAÇÃO .....</b>	<b>121</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O modelo predominante de desenvolvimento econômico com utilização intensiva de recursos naturais para atender aos padrões de produção e de consumo provoca significativos impactos ambientais, por exemplo, a emissão de gases efeito estufa (GEE), tornando-o insustentável.

Apesar de o efeito estufa ser um fenômeno natural intrínseco ao processo climático, na medida em que esse fenômeno se agravou pelas ações antrópicas seus efeitos são percebidos nas mudanças climáticas, causando danos sociais e econômicos significativos e crescentes. A solução para estes problemas não é unicamente técnica e um dos principais desafios é criar espaços suficientes para discussões a respeito da responsabilidade das organizações perante o aquecimento global envolvendo suas estratégias e modelos de negócios, conforme o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT, 1999).

Os desafios do desenvolvimento sustentável aumentam as pressões para que as empresas reduzam o uso e o consumo de recursos naturais nas suas atividades produtivas, principalmente aqueles de uso comum, compartilhados e imprescindíveis para toda a sociedade, classificados por Hardin (1968) como *commons* e para os quais o autor alerta que a racionalidade das escolhas individuais resulta na irracionalidade coletiva.

Para Ostrom, Burger, Field, Norgaard e Policansky (1999) *commons* é um termo genérico para definir os recursos naturais compartilhados pela sociedade e de interesse para cada membro, como atmosfera terrestre, biodiversidade, solo e água, mesmo que estejam impactados pelas ações antrópicas, que é o caso dos GEE, águas residuais e sequestro de carbono, ao que chamam *global commons* e para os quais é necessária uma ação coletiva.

Por conta disso, a comunidade científica vem intensificando estudos sobre os impactos da ação do homem no meio ambiente, sobre a utilização de recursos *commons* e sobre as mudanças no clima provocadas pelas emissões de GEE por diferentes fontes, apresentando novas informações à sociedade e procurando sensibilizar os governantes, para que instituem políticas capazes de incentivar soluções para os desafios das mudanças climáticas e, também, o empresariado, para que incorporem as questões ambientais em seus modelos de negócios.

A diminuição do ciclo de vida dos produtos aumentou a variedade e a velocidade de mudanças nos bens e serviços oferecidos ao consumidor, alterando processos produtivos e transformando a inovação em pré-requisito para o sucesso organizacional.

A Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OECD) por meio da publicação do Manual de Oslo, entende que mudanças nos produtos ou processos de uma empresa que reflitam em melhorias para o mercado devem ser reconhecidas como inovação, sendo esta a exigência mínima esse reconhecimento (OECD, 2005). Essas soluções envolvem tanto novas tecnologias quanto melhorias naquelas já disponíveis, permitindo que esses investimentos se transformem em inovações à disposição da sociedade e contribuam para o desenvolvimento sustentável.

Há alguns anos a palavra sustentabilidade está presente no discurso das empresas com um mínimo de percepção mercadológica, porém muitas ainda se limitam a iniciativas defensivas, por exemplo, introduzindo ações de qualidade apenas no final do processo produtivo (Porter & Kramer, 2006), ao invés de incorporarem os ideais do desenvolvimento sustentável como catalisadores de inovações. Uma possibilidade a ser explorada neste sentido é a ecoinovação.

À semelhança das demais inovações, a ecoinovação se refere a produtos, processos ou serviços novos ou melhorados e também está inserida em uma dinâmica de geração e difusão que determina a direção e a seleção de paradigmas e de trajetórias tecnológicas a serem adotadas, por vezes provocando a descontinuidade de uma tecnologia até então dominante. De forma geral, a literatura distingue a ecoinovação pelo fato de seu uso proporcionar a redução do impacto ambiental, apontando para:

- a) Toda técnica, processo ou produto que permita diminuir ou eliminar danos ambientais e/ou o uso de recursos naturais não-renováveis ou de energia (Kemp, 1997; Kemp & Foxon, 2007);
- b) É proveniente do conceito neoschumpeteriano de progresso técnico, de caráter econômico ecológico e que envolve a tecnologia na construção do desenvolvimento sustentável (Barbosa, 2011);
- c) Criação de novos produtos, processos, sistemas e serviços com preços competitivos e destinados a satisfazer as necessidades humanas, proporcionando uma melhor qualidade de vida com o mínimo comprometimento de recursos, de forma a liberar a mínima quantidade de substâncias tóxicas (Reid & Miedzinski, 2008).



Seu uso implica na redução do impacto ambiental causado pelas atividades de produção e consumo (Carrillo-Hermosilla, Del Río, & Konnola, 2009; OECD, 2009), mas o meio ambiente pode não ter sido a principal motivação para o seu desenvolvimento e implantação já que existem tecnologias que produzem ganhos ambientais como um efeito adjuvante à sua principal função, por exemplo, inovações em processos que visam reduzir custos de produção e que também trazem ganhos ambientais, reforçando a necessidade de um pleno engajamento por parte das organizações tendo em vista a premência pelo desenvolvimento sustentável (Jänicke, 2008; Pujari, 2006).

Conforme Dalcomuni (2006) e Dormann e Holliday (2002) as políticas de ciência e tecnologia (C&T) e a maneira pela qual as inovações são desenvolvidas e apropriadas pelo mercado são críticas para que se alcance uma sociedade sustentável, sendo necessário ampliar conhecimentos sobre os impactos gerados pelas inovações, tanto para subsidiar na elaboração de políticas públicas quanto para sensibilizar o mercado e motivar o empresariado a adotá-las.

Nesse sentido, o modelo INOVA-tec System (Jesus-Hitzschky, 2007), método criado por uma pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) para avaliar os impactos de inovações tecnológicas nas diversas dimensões que estas podem atingir - social, ambiental, econômica, de desenvolvimento institucional, capacitação, introdução da tecnologia e ocorrências inesperadas -, permite avaliar a abrangência da inovação e o seu desempenho a partir de índices de significância e magnitude. Conforme a autora, a natureza inclusiva do método permite empregá-lo, com adequações, para a avaliação das biotecnologias agrícolas.

Como exemplo da sua aplicação, o INOVA-tec System foi utilizado na avaliação dos impactos do Programa de Fomento Florestal a partir da Monocultura do Eucalipto (Jesus-Hitzschky, Carraro, & Scanavaca, 2008). O estudo concluiu que a incorporação de todas as dimensões previstas no método possibilitou identificar um macrocenário favorável ao programa em questão e contribuir para que a tomada de decisão sobre incorporar ou não determinada tecnologia fosse mais objetiva, diminuindo as incertezas associadas às avaliações de empreendimentos florestais em geral.

Portanto, engajar as empresas para assumirem compromissos e se comprometerem com asecoinovações implica na compreensão dos impactos desse tipo de inovação para a sociedade como um todo - neste estudo a palavra impacto está no contexto da influência daecoinovação no meio ambiente natural em que está inserida - inclusive as próprias empresas, principalmente no

caso de atividades produtivas que tenham uso intensivo de recursos *commons* e/ou sejam emissores significativos de GEE, que é o caso das empresas pertencentes à agroindústria processadora de mandioca.

No Brasil, nos últimos anos, o setor do agronegócio tem contribuído significativamente para o crescimento da economia do país, em especial da balança comercial, oferecendo boas oportunidades para a introdução deecoinovações. Segundo o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (CEPEA/ESALQ, 2013) o agronegócio representa, aproximadamente, 27% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro com uma cifra de cerca de R\$ 1,19 trilhão. O mesmo estudo aponta que as exportações da agroindústria processadora de mandioca - fecularias - estão em expansão e são relevantes para a economia brasileira. As diversas modificações químicas do amido de mandioca geram variados tipos de amidos de grande utilidade para a indústria de transformação, atraindo para o Brasil corporações globais que passaram a exportar o amido de mandioca brasileiro para todos os mercados em que atuam.

As fecularias utilizam água nos processos de lavagem da mandioca, antes desta ser processada, e de produção de fécula - ou polvilho - após a moagem, gerando efluentes com grande quantidade de nutrientes. Caso sejam despejados indiscriminadamente nos rios e lagoas, esses efluentes serão responsáveis pela eutrofização das águas, isto é, o desenvolvimento de uma superpopulação de microorganismos decompositores que consomem o oxigênio da água acarretando na morte por asfixia das espécies aeróbicas. O resultado produz efeitos adversos, tais como, problemas de odor, morte de peixes, formação de toxinas e efeitos nocivos à saúde humana dentre outros.

Devido ao custo da eletricidade dos sistemas de tratamento aeróbico, a grande maioria das fecularias utiliza lagoas anaeróbicas para tratamento dos seus efluentes e é durante esse processo que se forma o biogás, cuja mistura de gases é composta por grande quantidade de metano, considerado um gás efeito estufa mais agressivo do que o gás carbônico e com impacto direto nas mudanças climáticas. Entretanto, esse biogás pode ser recuperado e aproveitado no processo produtivo para aquecer caldeiras, além do seu potencial como combustível para movimentar geradores de energia elétrica.

A necessidade de rigor para o descarte de águas residuárias, águas já utilizadas em processos produtivos e que retornam ao ambiente com materiais acrescidos, tem impulsionado a realização de pesquisas com o objetivo de reduzir o impacto ambiental dos efluentes.

A água é um recurso valioso afetado duplamente nas fecularias: primeiro pelo seu uso abundante no processo produtivo e, depois, no despejo de efluentes em rios ou no solo sem o devido tratamento provocando os impactos indesejáveis descritos anteriormente.

Portanto, o tratamento de efluentes provenientes dessa agroindústria não é apenas desejável, mas, sobretudo, obrigatório a fim de minimizar os impactos ambientais, especialmente sobre *commons* com tendências de rarefação.

Pode-se deduzir daí, que, acessar ou ter controle sobre os resultados de processos ecoinovadores é tão importante quanto criar as próprias ecoinovações. Desta forma, desenvolver metodologias de avaliação de ecoinovações é igualmente importante, útil e cientificamente justificável, porque as implicações da ecoinovação varrem um amplo espectro de elementos ligados aos negócios, desde os essencialmente econômicos, passando por aqueles determinantes das relações sociais com o mercado, até aqueles ligados à responsabilidade ambiental das empresas.

Nessa linha de raciocínio, esta pesquisa parte do pressuposto de que o impacto de uma ecoinovação pode ser metodologicamente avaliado com objetividade e abrangência, oferecendo maior segurança ao processo de tomada de decisão das empresas do agronegócio brasileiro no que diz respeito à incorporação, em seus modelos de negócios, de ecoinovações que contribuam para diminuir/mitigar os efeitos das ações antrópicas sobre as mudanças climáticas.

Como campo de pesquisa escolheu-se o setor de fecularias do Estado do Paraná, onde está sendo implantada uma ecoinovação baseada na tecnologia de biodigestores, conforme justificativa apresentada mais adiante. O Paraná é o segundo maior produtor de mandioca do Brasil - o primeiro é o Estado do Pará - e o principal produtor da Região Sul do país com 70%, em média, respondendo por 65% do volume de fécula produzido na região, conforme a Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento/Departamento de Economia Rural (SEAB/DERAL, 2012).

## 1.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A partir do pressuposto central e impulsionador desta pesquisa, pretende-se responder à seguinte pergunta: “Como avaliar com abrangência e objetividade os impactos de umaecoinovação aplicada na agroindústria?”

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Empregar o modelo INOVA-tec System como instrumento avaliador dos processos ecoinovadores em empresas líderes da indústria feculeira do Estado do Paraná, para, com base nos fundamentos da sustentabilidade, buscar evidências que permitam expandir sua usabilidade para outras realidades da agroindústria.

### 1.2.2 Específicos

Os objetivos específicos que complementam o objetivo geral são:

- a) Identificar empiricamente outros indicadores e/ou parâmetros adicionais a serem utilizados no modelo INOVA-tec System, considerando-o como um sistema de avaliação por resultados;
- b) Aplicar o modelo e apurar o impacto geral da ecoinovação tecnologia de biodigestores;
- c) Avaliar parâmetros e indicadores com base nos fundamentos da sustentabilidade;
- d) Avaliar conjuntamente os resultados e apresentar sugestões de melhorias.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

A importância das questões relativas à sustentabilidade na economia moderna e a natureza multidisciplinar comum às pesquisas na Administração, que têm como requisito a prática para o esclarecimento e a solução de problemas empíricos, seja de forma direta, indireta ou instrumental

(Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009), embasaram os cinco motivos que justificam a realização desta pesquisa.

**Primeiro** a carência de estudos que avaliem de forma abrangente e em diferentes dimensões os impactos dasecoinovações e seu potencial mitigatório sobre as externalidades negativas das atividades produtivas. Nesse sentido, Dormann e Holliday (2002) identificaram que existe uma predominância de estudos que analisam as inovações ambientais somente por uma das dimensões da sustentabilidade ou que não integram as dimensões estudadas em uma análise conjunta, criando uma lacuna para a construção de conhecimentos mais abrangentes e sistêmicos que venham ao encontro das recomendações do Manual de Oslo (OECD, 2005) para que os métodos de avaliação dos impactos provocados pelas inovações tecnológicas evoluam na mesma medida em que evoluem as inovações, incorporando todas as dimensões da sustentabilidade. Reforçando e exemplificando essa constatação, a mesma tecnologia de biodigestores objeto desta tese já foi estudada com o objetivo de compreender o escopo da cooperação tecnológica que permitiu sua implantação (Cunico, 2013); avaliar seu desempenho ambiental (Guimarães, 2014); e sua viabilidade econômica (Rodrigues da Silva, 2015).

**Segundo**, dada a importância social e econômica das mudanças climáticas e da gestão dos recursos hídricos sobre as questões que envolvem o desenvolvimento sustentável e dos desafios para que ocorram convergências das organizações nesse sentido, torna-se premente que o empresariado se envolva cada vez mais na busca de soluções ambientais inovadoras (Galvão, Mussengue, & Jesus, 2011). Optou-se por pesquisar a solução ‘tecnologia de biodigestores no tratamento dos efluentes gerados pela agroindústria processadora de mandioca’ dada a relevância do setor para a economia brasileira, a necessidade de redução nas emissões de GEE e para o uso racional e sustentável da água. Com base nas pesquisas em diferentes áreas do conhecimento, foi possível detectar esforços científicos voltados para compreensão e disseminação de tecnologias voltadas para biodigestão em diferentes aspectos, sejam resíduos orgânicos de plantas, animais e até mesmo lixo. Também, para atender à Lei nº 9605, de 15/fevereiro/1998, conhecida como Lei de Crimes Ambientais (Brasil, 1998) é preciso que haja tratamento adequado para resíduos, com a utilização da tecnologia de biodigestão que ocorre nas lagoas de tratamento dos efluentes. Além disso, a recente crise hídrica reforçou a atenção a esse valioso e insubstituível recurso natural. De acordo com o professor emérito do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, Dr. Kenitiro Suguio, o planeta Terra é predominantemente formado por água, mas 97% do volume de

águas superficiais é oceânico e inadequado ao consumo humano sem o devido tratamento; 2% encontra-se na forma de geleiras do hemisfério sul; o restante 1%, acessível para consumo, é constituído por outras geleiras, lagos, água subterrânea etc. (Suguió, 2008). Portanto, o desenvolvimento sustentável passa pela economia e pelo uso racional da água, reconhecendo sua finitude, sua escassez e sua imprescindibilidade para a manutenção da vida no planeta Terra.

Em **terceiro** estão os impactos ambientais negativos da falta de tratamento ou do tratamento inadequado dos efluentes gerados pelas feculárias. Wosiacki e Cereda (2002) concluíram que são necessários mais estudos sobre os impactos da manipueira, resíduo que consiste nas águas de lavagem da raiz, prensagem da mandioca ralada e de lavagem do amido, considerados efluentes industriais com grande potencial energético, mas também tóxicos e causadores de impactos nocivos ao ambiente.

Em **quarto** está a possibilidade de oferecer uma contribuição teórica para o aprimoramento do modelo INOVA-tec System, permitindo ampliar sua utilização como instrumento avaliador de processos ecoinovadores em empresas da agroindústria.

O **quinto** motivo vincula os resultados deste estudo ao projeto interdisciplinar de extensão denominado Edital Pró-Estratégia, coordenado pelo Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Nove de Julho (PPGA-UNINOVE) com a participação de professores, doutorandos e mestrados do Programa, que recebe incentivos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), inclusive com a concessão de bolsa a este pesquisador. Trata-se da realização de uma pesquisa em agroindústrias processadoras de mandioca no Estado do Paraná em parceria com a empresa Planotec, uma consultoria em projetos ambientais, que visa observar e acompanhar empiricamente fatores relevantes e capazes de impulsionar a implantação da ecoinovação, entre eles avaliar seus impactos. Ressalta-se que na medida em que os estudos desenvolvidos no âmbito do projeto avançam - defesas de dissertações e de teses, apresentações em eventos acadêmico-científicos e publicações em periódicos científicos - é constituído um banco de dados para consulta e utilização nas pesquisas subsequentes do Pró-Estratégia ou outras pesquisas.

Adicionalmente a essas justificativas, outros aspectos de interesse do pesquisador motivaram a realização desta pesquisa. Docente em cursos superiores na área de gestão e negócios, ministrando conteúdos relativos às estratégias empresariais, ao desenvolvimento sustentável, à inovação e competitividade empresarial e às políticas públicas para fomento e

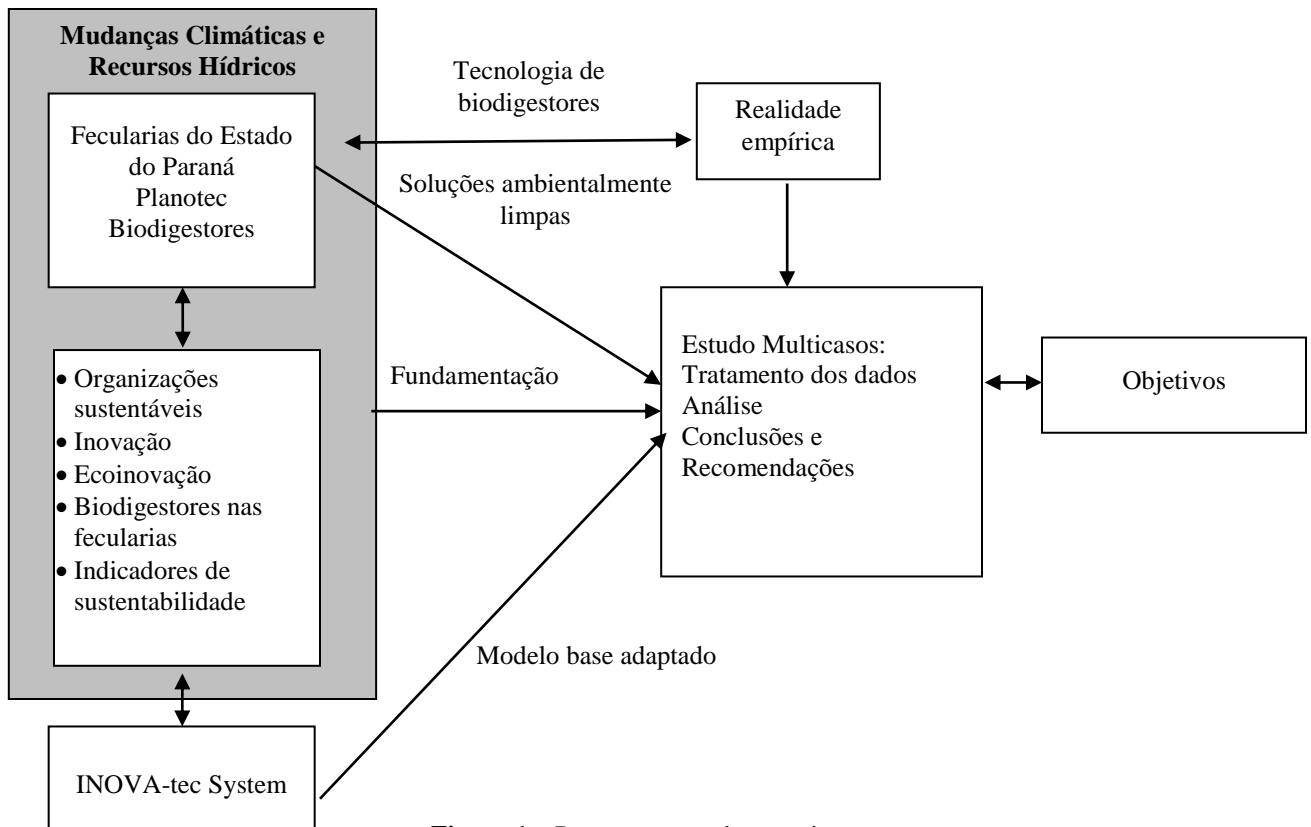
difusão da inovação, tem identificado no dia a dia da docência, tanto em sala de aula como nas orientações de trabalhos de conclusão de curso e de projetos de iniciação científica, que as empresas, de modo geral, ainda não perceberam o verdadeiro valor estratégico da sustentabilidade, sendo muito comum incorporarem ações isoladas, desconectadas e descoordenadas, normalmente considerando apenas a construção de “boa imagem” para o mercado, o que não agrega valor real e não se sustenta por longo período.

Também, logo após ingressar no doutoramento em Administração da Universidade Nove de Julho, teve a oportunidade de frequentar como aluno especial as aulas da disciplina EAD 5953 Estratégia Empresarial e Mudanças Climáticas, oferecida pelo Programa de Pós-Graduação em Administração da FEA/USP e ministrada pelos professores Isak Kruglianskas e Jacques Marcovitch. Os conteúdos abordados, os seminários conduzidos por acadêmicos brasileiros e estrangeiros convidados pelos professores, as pesquisas e os trabalhos desenvolvidos como requisitos para aprovação na disciplina influenciaram ainda mais este pesquisador para a questão das mudanças climáticas e de como o Estado e o empresariado podem e devem unir esforços na busca de soluções sustentáveis.

Dessa forma, pretende-se contribuir na construção de conhecimentos sobre a sustentabilidade ambiental empresarial pela aplicação de um modelo que avalie de forma abrangente os impactos das ecoinovações sobre as externalidades negativas das atividades produtivas. A partir de dados coletados com feculárias do Estado do Paraná pretende-se propor um modelo que possa ser generalizado para outros segmentos da agroindústria, melhorando o legado ambiental para as gerações futuras.

#### 1.4 CONSTRUCTO TEÓRICO

A Figura 1 demonstra as variáveis que serão utilizadas e analisadas para o desenvolvimento desta pesquisa.



**Figura 1** – Representação da pesquisa

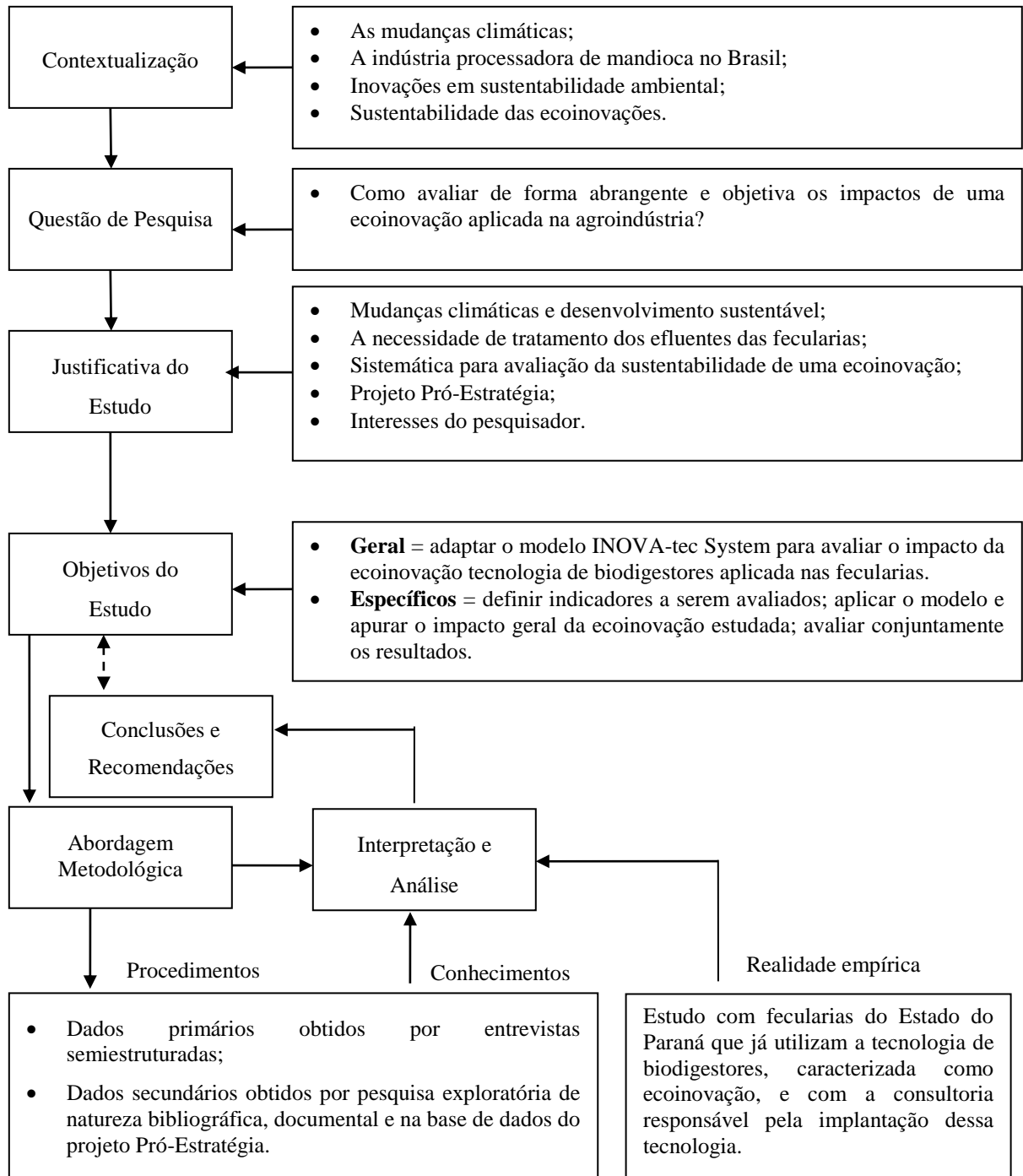
**Fonte:** Elaborado pelo autor.

## 1.5 ESTRUTURA DA PESQUISA

Feita a introdução neste primeiro capítulo, o capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica-empírica, compreendendo conceitos sobre as iniciativas para enfrentamento das mudanças climáticas e a escassez de recursos hídricos; organizações sustentáveis; origens, determinantes e estratégias em inovação; ecoinovação; aplicação de biodigestores no segmento das fecularias; indicadores de sustentabilidade; e descrição do modelo INOVA-tec System. O capítulo 3 trata dos métodos e técnicas de pesquisa utilizados, englobando o delineamento do estudo, o modelo conceitual utilizado, a apresentação das empresas selecionadas e dos procedimentos para coleta dos dados, o plano para análise dos dados, o protocolo dos estudos de caso, os procedimentos de campo, as questões de pesquisa e fontes de evidências e as limitações do estudo. No quarto capítulo é feito o tratamento e a análise dos dados e no quinto serão apresentadas as conclusões e recomendações.



A Figura 2 demonstra a estrutura lógica entre as fases de desenvolvimento desta pesquisa.



**Figura 2** – Estrutura da pesquisa

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E RECURSOS HÍDRICOS

A primeira iniciativa internacional sobre os impactos ambientais e a preservação do meio ambiente ocorreu em 1972, em Estocolmo, na Suécia. Treze anos depois, em 1985, ocorreu a I Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, em Viena, na Áustria, quando se discutiu, pela primeira vez, a necessidade de proteção da camada de ozônio devido aos riscos à preservação da vida animal, da flora e do clima.

Desse encontro resultou a assinatura do Protocolo de Montreal, que tratou dos acordos internacionais sobre mudança climática, biodiversidade, desertificação e redução gradual das emissões dos gases destruidores da camada de ozônio: gases com composição Cloro-Flúor-Carbono (CFC). Ainda no final de 1985 foi criada a Comissão de Brundtland, composta por representantes de 21 países, que formulou a primeira agenda global sobre o meio ambiente (Marcovitch, 2006).

A partir de então, o tema mudanças climáticas ganhou respaldo internacional. A II Conferência, realizada em 1992 na cidade do Rio de Janeiro, reuniu 108 chefes de estado e resultou em importantes tratados, tais como “Agenda 21”, “Convenção da Biodiversidade” e “Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas” - *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC). A UNFCCC, que foi ratificada por quase todos os países participantes, tem como objetivo estabilizar a concentração de GEE na atmosfera e mitigar a interferência antrópica no clima do planeta, conforme o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2010).

Marcovitch (2006) também ressaltou que a Convenção do Clima, no âmbito da UNFCCC, foi um grande marco, em termos da cooperação ambiental, visando à estabilização das emissões de GEE. A partir de 1995, quando ocorreu a I Conferência das Partes da UNFCCC - Cop-1 - em Berlim, na Alemanha, essas questões passam a ser discutidas anualmente.

Na referida Cop-1 foi criada a *The Climate Technology Initiative* (CTI) abrangendo, na época, 23 países-membros da *International Energy Agency* (IEA) e da *Organization for*

*Economic Co-operation and Development* (OECD) com a missão de fomentar o desenvolvimento e a propagação de tecnologias e práticas que sejam ambientalmente e climaticamente amigáveis (CTI, 2011)<sup>1</sup>.

As questões sobre as mudanças climáticas globais levaram a Organização Meteorológica Mundial e o Programa Ambiental das Nações Unidas a criarem em 1988 o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). Segundo dados do IPCC, no século XX houve um aumento de 0,65°C na média da temperatura global, enquanto nas precipitações o aumento variou entre 0,2% e 0,3%. As causas dessas variações podem ser de ordem natural, antropogênica ou uma soma das duas (IPCC, 2001).

Esse mesmo estudo refere-se a modelos matemáticos baseados em dados registrados dos oceanos, biosfera e atmosfera que preveem um aumento entre 1,4°C e 5,8°C na temperatura média global até o final do século XXI, enfatizando que a magnitude dessas previsões ainda é incerta devido ao pouco conhecimento sobre os processos de trocas de calor, de carbono e de radiação entre os diversos sistemas que formam o planeta Terra.

O Quarto Relatório Científico do IPCC (IPCC, 2007) apresentou evidências de que as mudanças climáticas podem afetar significativamente o planeta, especialmente nos extremos climáticos, sendo mais rigorosas nos países menos desenvolvidos da região tropical. As principais conclusões desse relatório sugerem que o aquecimento global dos últimos cinquenta anos é causado pelas atividades humanas.

De acordo com o Relatório Stern, um documento desenvolvido pelo economista britânico Nicholas Stern a pedido do governo do seu país, uma elevação na temperatura média global entre 1°C e 3°C acarretará grandes períodos de secas em todo o mundo, derretimento das geleiras, profundas alterações na biodiversidade com extinção de animais e outras espécies, desnutrição, fome e falta de água para até quatro bilhões de pessoas (Stern, 2006).

Nessa mesma linha de raciocínio, Salati, Santos e Nobre (2013) alertaram que o aquecimento global projetado, para um futuro próximo, um cenário de clima mais extremo com secas, inundações e ondas de calor cada vez mais frequentes. A elevação na temperatura aumenta

---

<sup>1</sup> A OECD é composta por 34 países-membros, a saber: Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Chile, República Checa, Dinamarca, Estônia, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Hungria, Islândia, Irlanda, Israel, Itália, Japão, Coreia, Luxemburgo, México, Holanda, Nova Zelândia, Noruega, Polônia, Portugal, República Eslovaca, Eslovênia, Espanha, Suécia, Suíça, Turquia, Reino Unido e Estados Unidos. O IEA tem a mesma composição, exceto Chile, Estônia, Islândia, Israel, México e Eslovênia (OECD, 2011).

a capacidade do ar em reter vapor d'água e, conseqüentemente, há maior demanda hídrica. Em resposta a essas alterações, os ecossistemas de plantas poderão aumentar sua biodiversidade ou sofrer influências negativas.

Marengo (2008) fez uma ampla pesquisa para avaliar a relação entre mudanças climáticas e disponibilidade de recursos hídricos no mundo, constatou que grande parte dos países menos desenvolvidos já enfrenta períodos incertos e irregulares de chuvas e as previsões para o futuro indicam que as mudanças climáticas vão tornar a oferta de água cada vez menos previsível e confiável. Baseado em dados e estimativas das Nações Unidas, o autor também identificou que cerca de 1,8 bilhão de pessoas, principalmente de países mais pobres, podem enfrentar escassez crítica de água em 2025 devido às formas atuais de exploração, degradação e poluição dos recursos hídricos e também ao crescimento explosivo das populações urbanas.

No Brasil, a disponibilidade de água depende em grande parte do clima. O ciclo anual das chuvas e de vazões no país varia entre bacias e a variabilidade do clima, associada aos fenômenos de *El Niño*, *La Niña* ou outros que modifiquem a temperatura da superfície do mar do Atlântico Tropical e Sul, podem gerar anomalias climáticas e acarretar fortes secas, como ocorrido em 1877, 1983 e 1998 no Nordeste; 2004 a 2006 no Sul do Brasil; 2001 no Centro-Oeste e Sudeste; e em 1926, 1983, 1998 e 2005 na Amazônia. No passado, a maior preocupação dos governantes brasileiros no que diz respeito ao gerenciamento no uso da água era satisfazer as demandas da população e enfrentar o problema de secas ou enchentes. Recentemente, as mudanças climáticas estão sendo associadas aos problemas que afetam a variabilidade, disponibilidade, quantidade e qualidade da água. Mudanças nos extremos climáticos e hidrológicos têm sido observadas nos últimos anos e projeções de modelos climáticos apresentam um panorama de alerta para o Brasil (Marengo, 2008).

O governo brasileiro passou a dar mais atenção às questões relativas às mudanças do clima a partir da Cop-13, realizada em 2007 em Bali, na Indonésia. Em 2008 foi encaminhada ao Congresso Nacional uma primeira versão de Projeto de Lei instituindo a Política Nacional sobre Mudanças Climáticas. O documento, que inicialmente não apresentava metas de redução, recebeu pressões da sociedade civil organizada, entre elas, a “Carta Aberta ao Brasil Sobre Mudanças Climáticas”, assinada por um relevante grupo de empresários que assumiu compromissos qualitativos voluntários e sugeriu que o governo declarasse metas claras e quantificáveis que

permitissem às empresas se planejarem para atuar no contexto de uma economia de baixo carbono, conforme o Fundo de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, 2011).

## 2.2 ORGANIZAÇÕES SUSTENTÁVEIS

Segundo Randall (1990), ao controlar o fogo e desenvolver a agricultura, o homem deixou de ser uma figura passiva em relação ao meio ambiente e tornou-se um agente proativo que o explora e o altera no intuito de melhorar seu bem-estar e/ou da sua comunidade. Segundo a autora, o crescimento econômico dos países resulta de interações e mudanças estruturais e tecnológicas, sobretudo nas empresas, conduzidas pela vontade do homem em dominar os recursos da natureza, tornando premente uma ampla discussão sobre a necessidade de que esse crescimento seja sustentável.

O desenvolvimento sustentável se ancora no relatório Brundtland, publicado em 1997, que o definiu como aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras em suprirem as suas necessidades. A rigor, está presente na estratégia de qualquer empresa com um mínimo de percepção mercadológica, porém, muitas empresas ainda se limitam a iniciativas defensivas em relação ao desenvolvimento sustentável (Porter & Kramer, 2006), por exemplo, introduzindo ações de qualidade implantadas apenas no final do processo produtivo, ao invés de potencializarem os ideais do desenvolvimento sustentável como catalisador de inovações.

O conceito de desenvolvimento sustentável ainda não é unânime nas publicações científicas e as origens do termo bem como as contribuições vindas de diferentes ciências e escolas ainda são confusas (Barbieri, Vasconcelos, Andreassi, & Vasconcelos, 2010). Algumas correntes criticam o conceito proposto pela Comissão Brundtland, considerando-o pobre e inoperante, pois coloca a integridade dos recursos naturais à frente das necessidades, preferências e do bem-estar das pessoas, o que contraria a própria essência da evolução humana (Giddens, 2009; Howarth, 1997) e também criticam a dicotomia da expressão ‘desenvolvimento sustentável’, uma vez que sustentável implica em continuidade e equilíbrio - que é o sentido defendido pelos ambientalistas - enquanto desenvolvimento reflete dinamismo e mudanças - que é o foco dos governos e do empresariado (Giddens, 2009).

Em seus estudos, Schamandt e Ward (2000) defenderam a ideia de que o desenvolvimento sustentável é a maior resposta aos desafios das mudanças ambientais globais, tais como, as mudanças climáticas, uso e ocupação da terra, gestão dos recursos hídricos, sistemas ecológicos etc.

A sustentabilidade é considerada uma das tendências iminentes para as empresas que querem competir em mercados globais. A sociedade, a economia e o meio ambiente pedem modelos de negócios diferenciados e, nesse sentido, vem a adoção de uma abordagem para gerenciar todo o ciclo de vida de um produto, ou *Product LifeCycle Management* (PLM) permitindo “[...] acompanhar novos produtos desde a geração da ideia até a entrada no mercado e destino final” (Rozenfeld & Forcellini, 2008, p. 1).

Kinlaw (1997) definiu sustentabilidade como a capacidade de conduzir negócios no presente e continuar existindo na nova era ambiental, enfatizando que a sistemática usada por algumas empresas passa pela implantação de programas de rotulagem ecológica, como as normas internacionais da série ISO, em que produtos e serviços são avaliados pela abordagem de ciclo de vida como forma de garantir que todos os impactos ambientais significativos sejam considerados, evitados ou minimizados.

O autor também observou que as premissas de uma produção limpa já estão sendo aplicadas com mais frequência para atender às necessidades de mercado de forma sustentável, por exemplo, com menor utilização de água e de materiais, maior eficiência energética, maiores possibilidades de reciclagem e processos menos nocivos à biodiversidade, fazendo com que as organizações repensem suas estratégias, seus processos produtivos, seus modelos de gestão, suas estruturas e outras maneiras com que possam contribuir para a sustentabilidade social, econômica e ambiental.

Robèrt (2002) apresentou quatro condições sistêmicas para sociedades sustentáveis. Em relação à natureza, não impactá-la com concentrações crescentes de substâncias extraídas da crosta terrestre - referindo-se às diversas formas de poluição ambiental; não submetê-la às substâncias produzidas pela sociedade - dejetos; e não degradá-la por meios físicos - uso e ocupação do solo e alterações nos cursos normais da natureza. Em relação à sociedade, defendeu o sentido da plena equidade, ou seja, que as necessidades humanas sejam satisfeitas para todos e em todos os lugares.

A preocupação ambiental deve resultar em inovações que modifiquem processos produtivos, produtos, diminuam as necessidades de recursos naturais e reaproveitem resíduos industriais, entre outras, de modo a minimizar o impacto sobre o meio ambiente (Hart, 1995; Porter & Van Der Linde, 1995).

No ambiente empresarial, as noções de desenvolvimento sustentável popularizaram-se com uma rapidez sem precedentes, talvez devido à necessidade das organizações em responderem a novos valores institucionalizados na sociedade e que se tornaram modelos de práticas a serem seguidos (Barbieri, 1997; Barbieri et al., 2010). Ao enfatizar a relação entre resultados positivos nos âmbitos social, ambiental e econômico, a definição se estendeu à responsabilidade das empresas em desenvolver bens e serviços alinhados com essa relação, configurando uma linha de atuação chamada *triple bottom line* (Elkington, 2001).

Barquero (2001, p. 37-38) destacou o valor das organizações para o desenvolvimento sustentável afirmando que mudanças estruturais são resultado “[...] das estratégias e decisões das organizações por estarem integradas aos condicionadores da dinâmica econômica”.

Ao discutirem a relação das organizações com a sustentabilidade, Munasinghe (2002) e Shrivastava (1995) afirmaram que a sustentabilidade só será alcançada quando as atividades econômicas estiverem em harmonia com os ecossistemas, atribuindo grande importância na necessidade de serem colocadas em prática modificações nas atividades produtivas que sejam capazes de reduzir a degradação ambiental e a desigualdade social, trazendo novos desafios para os gestores tanto do setor público quanto do privado. Ainda de acordo com Shrivastava (1995), as organizações constituem a principal engrenagem do crescimento econômico e por disporem de recursos financeiros, de conhecimento tecnológico e de capacidade institucional, precisam assumir parte significativa da responsabilidade pelo desenvolvimento sustentável.

As ações da mídia, dos formadores de opinião, dos movimentos ambientais e dos governos, aumentam as pressões institucionais e levam as organizações a adotarem formas mais compatíveis com essas novas demandas sociais, sugerindo modelos de organizações chamadas de ‘inovadoras sustentáveis’, aquelas que introduzem diversas e diferentes novidades de forma sistemática, colhendo os resultados esperados (Barbieri et al., 2010).

Acreditando na eficácia da inovação tecnológica, Barbieri (1997) defendeu que inovações ambientalmente saudáveis são aquelas que respeitam o meio ambiente e contribuem para ampliar a capacidade de suporte dos ecossistemas a que se aplicam.

Nessa mesma linha de raciocínio, um estudo conduzido pela Princeton University de Nova Jersey, nos Estados Unidos da América (EUA), concluiu que as empresas precisam adotar novos modelos de concepção de estratégias que incorporem as inovações sustentáveis, tanto pelo uso de tecnologias já disponíveis como pelo desenvolvimento de soluções mais simples em modelos de negócios, processos produtivos e uso de recursos, pois só assim podem contribuir para a redução e a mitigação dos GEE e das mudanças climáticas decorrentes (Socolow, Hotinski, Greenblatt, & Pacala, 2004).

Para Meadows (1998) e Hodge, Hardi e Bell (1999), mudar as perspectivas sobre os possíveis rumos para as políticas públicas e os padrões de consumo e de produção associados ao desenvolvimento sustentável requer a escolha de indicadores e de modelos para medição da sustentabilidade apropriados aos processos de tomada de decisão, do individual ao coletivo, do local ao global e do global ao local. Defenderam que esses indicadores e modelos são ferramentas essenciais para mobilização das partes interessadas, análise e avaliação dos impactos de uma solução sustentável, disseminação de conhecimento e para aprendizagem coletiva, formando não apenas organizações sustentáveis, mas, principalmente, sociedades sustentáveis.

### 2.3 INOVAÇÃO: ORIGENS, DETERMINANTES E ESTRATÉGIAS

No livro *Teoria do Desenvolvimento Econômico*, publicado pela primeira vez em 1911, Schumpeter (1982) rompeu com os paradigmas do desenvolvimento econômico vigentes ao introduzir a inovação como questão central desses debates, estabelecendo a noção de crescimento qualitativo da economia e de mudanças no patamar de desenvolvimento da sociedade, criticando profundamente a noção de fluxo circular da economia. Para o autor, o desenvolvimento “[...] é um fenômeno distinto, estranho ao que pode ser observado no fluxo circular ou na tendência para o equilíbrio [...] uma mudança espontânea e descontínua [...] que altera e desloca para sempre o estado de equilíbrio existente” (Schumpeter, 1982, p.47).

Ao discorrer sobre essa dinâmica, o autor inseriu a figura do empresário inovador como ator principal do processo de evolução e rompimento com o conhecido, referindo-se, em suma, à introdução de inovações transformadoras, Schumpeter (1982) caracterizou esse empresário como o agente promotor da inovação por excelência, pois é capaz de colocar em prática ‘o novo’, combinando de forma mais eficiente os fatores de produção e obtendo os lucros resultantes. Esses



lucros são resultado do posicionamento monopolista temporário no atendimento das demandas da sociedade ou, no caso de inovações de processo, do aumento da produtividade com consequente redução de custos e aumento na margem de lucro.

Um dos elementos centrais dessa tese de Schumpeter é a ideia de que o desenvolvimento resulta das próprias forças dinâmicas e não mais de fatores exógenos, enfatizando que o empresário inovador precisa receber amplo apoio financeiro, na figura de capital de risco, para que possa colocar em prática suas ideias inovadoras. Nesse contexto, definiu inovação como uma alteração relevante em uma das seguintes esferas:

- a) Introdução de um novo bem;
- b) Introdução de um novo método de produção;
- c) Abertura de um novo mercado;
- d) Conquista de uma nova fonte de matéria-prima ou de bens intermediários;
- e) Uma nova estrutura/organização do setor - posição de monopólio.

O autor também diferenciou invenção de inovação: mesmo que envolva um produto ou processo novo ou melhorado, uma invenção se torna inovação somente quando é aplicada para fins industriais ou comerciais.

Posteriormente, Schumpeter (como citado em Szmrecsánui, 2006), concentrou-se nas consequências macroeconômicas das inovações e enfatizou que o progresso tecnológico ocorre pelas mudanças adaptativas - respostas reativas - ou pelas mudanças criativas - respostas inovadoras. Também atualizou o conceito de inovação, incorporando as mudanças estruturais que causam a substituição das funções de produção existentes por outras inteiramente diversas.

Inovação também é a solução de um problema tecnológico utilizada pela primeira vez, descrevendo o conjunto de fases que vão das pesquisas básica e aplicada até a introdução pioneira do novo produto no mercado em escala comercial, tendo, em geral, fortes repercussões socioeconômicas (Stal, 2007). É a implantação ou comercialização de um bem/serviço com características de desempenho aprimoradas para o consumidor, um processo aprimorado, um novo método de marketing/comercialização, um novo método organizacional em modelos de negócios, organização do trabalho, nas relações externas ou uma combinação destes (OECD, 2005).

Quanto à intensidade percebida, as inovações podem ser classificadas, basicamente, em incrementais - melhorias baseadas na capacidade técnica da empresa que mantêm a trajetória de

uma tecnologia dominante - e radicais - mudanças baseadas nas competências organizacionais que alteram profundamente a trajetória tecnológica, podendo romper com a tecnologia dominante e levar à sua descontinuidade (Dosi, 1982; Tidd, Bessant, & Pavitt, 2008).

Com uma abordagem complementar, Christensen (1997) dividiu as inovações em duas categorias distintas:

- a) As sustentadoras - *sustaining innovations* - que se referem a melhorias radicais ou incrementais introduzidas em produtos e serviços, envolvendo toda a cadeia de valor visando desempenhos superiores que permitam otimizar o atendimento dos principais mercados, mas que conservam paradigmas tecnológicos;
- b) As disruptivas - *disruptive innovations* - referem-se ao rompimento com padrões de produtos que ofereçam ‘caprichos inúteis’ (nossa interpretação para *overdeveloped*), implicando na reconfiguração de processos, mercados e dos próprios produtos, normalmente mais simples e práticos.

Nas principais discussões sobre os determinantes da inovação tecnológica encontram-se duas correntes econômicas neoclássicas com raízes teóricas antagônicas. Uma prega que a inovação é induzida pela demanda - *demand-pull* - e a outra que o impulso é provocado pela tecnologia - *technology-push*.

A visão de que a demanda é o principal determinante da inovação se originou do pensamento ortodoxo da economia, representando a formalização e a interpretação da tradição mais ampla do pensamento econômico ocidental (Nelson & Winter, 1982), tendo como pressuposto central que mudanças de comportamento da demanda são percebidas pelas empresas e traduzidas em novas tecnologias que melhor atendam o mercado (Mowery & Rosenberg, 1979). Ainda segundo Nelson e Winter (1982) as firmas do modelo ortodoxo operam sob um conjunto de regras externas e internas que refletem seu comportamento maximizador composto por três elementos básicos: o objetivo da firma, suas competências e a firma como resultado das suas ações. Nessa perspectiva, a incerteza, os ganhos e perdas transitórios, a irregularidade do avanço técnico e a heterogeneidade das firmas foram retirados para manter o equilíbrio, a maximização e a racionalidade. As informações e os recursos técnicos estão igualmente disponíveis a todos os agentes e as empresas são vistas como uma função de produção maximizadora de ganhos, impondo estratégias e reações semelhantes frente às flutuações da demanda, sendo a diferenciação resultante, unicamente, das formas como combinam seus fatores de produção.

Para Dosi (1982) as críticas a essa proposição teórica decorreram de vários aspectos, entre eles definir a teoria geral dos preços como determinante da demanda, dificuldades em identificar uma função de demanda a partir da utilidade e a própria dificuldade prática em interpretar o processo inovativo nessa perspectiva.

Mesmo que essas dificuldades sejam superadas, a visão da demanda como principal determinante da inovação não é suficiente para explicar a complexa interação entre ciência, tecnologia, produção e mudanças radicais ou paradigmáticas, permitindo, apenas, perceber com antecedência sinalizações sobre a direção na qual o mercado está induzindo a atividade inventiva dos agentes produtores, dada pelos movimentos dos preços relativos e das quantidades (Dosi, 1982).

Em suma, as críticas do autor recaem sobre três fragilidades básicas:

- a) Ser um conceito passivo, mecânico e reativo às condições de mercado;
- b) É incapaz de definir porquê e quando determinadas tecnologias avançam e outras não;
- c) Cria um relacionamento exclusivo com as alterações do mercado e desconsidera as mudanças da capacidade inventiva ao longo do tempo.

Por sua vez, a visão de que a tecnologia é o elemento impulsionador da inovação baseia-se na ideia de que as empresas dispõem de recursos técnicos que as diferenciam, acumulados ao longo dos anos e que podem ser direcionados na busca pela inovação como forma de atender às exigências do mercado, como alterações da demanda ou ameaça de concorrentes, ou para aproveitar o potencial inovativo de uma nova descoberta científica. Pressupõe que a inovação decorra, exclusivamente, do desenvolvimento de novas alternativas tecnológicas que permitam introduzir produtos, processos, rotinas etc., novos ou significativamente melhorados (Dosi & Nelson, 2009).

Essa abordagem tem contribuições relevantes, mas pode incorrer no erro da endogenização do progresso quando identifica ‘ciência-tecnologia-produção’ como fluxo unidirecional e desconsidera a complexa estrutura de retroalimentação entre ambiente econômico e direcionamento das mudanças tecnológicas, estrutura esta que permite às empresas adotarem soluções tecnológicas já existentes bem como desenvolvê-las por meio da pesquisa e de parcerias com outras instituições (Dosi, 1982).

Além dessas correntes econômicas neoclássicas, Nelson e Winter (1982) apresentaram uma concepção que denominaram Teoria Evolucionista, onde a inovação foi considerada como o

equivalente à mutação e variações genéticas, o comportamento das rotinas de pesquisa são os genes e a seleção do mercado equivale a seleção natural da biologia.

Conforme interpretaram Dosi e Nelson (2009), essa concepção definiu o comportamento possível, as rotinas são hereditárias e selecionáveis e algumas delas podem ser mais vitoriosas que outras, consistindo em uma capacidade organizacional de repetir tarefas que geralmente incorporam o aprendizado na solução de problemas e são as bases para a construção de diferentes capacidades tecnológicas entre as empresas. Para os autores (p.38) essas rotinas podem ser voltadas para a modificação das características operacionais ao longo do tempo e “[...] haverá uma caracterização de uma população de modificações de rotina ou de rotinas novas que podem ser encontradas por meio de busca”. Afirmaram, ainda, que essa busca é a contrapartida das mutações na teoria evolucionária biológica e seu tratamento é parcialmente determinado pelas rotinas da firma, traçando um paralelo ao tratamento da mutação na teoria biológica, parcialmente determinado pela constituição genética do organismo.

Mesmo com essas semelhanças Dosi e Nelson (2009) afirmaram a importância do esforço humano, do corpo de conhecimento e das técnicas usadas pelos que buscam o avanço da tecnologia. Ao considerarem a inovação como um processo dinâmico e complexo, o foco passa a ser no desequilíbrio e na incerteza, no processo de aprendizado, na adaptação e na atenção aos aspectos institucionais envolvidos, considerando tanto mudanças organizacionais quanto políticas públicas, pois influenciam diretamente no avanço da tecnologia.

De forma geral, as opções estratégicas de uma empresa podem refletir tanto um comportamento histórico - *path dependence* - como um intento futuro, que determinarão como a empresa competirá no mercado. Sua estratégia tecnológica deriva da sua estratégia competitiva, sendo necessário um profundo alinhamento entre ambas (Freeman, 2008).

Segundo Freeman, (2008) essas estratégias tecnológicas podem ser classificadas em seis categorias:

- a) Estratégia ofensiva: refere-se às empresas que ‘saem na frente’ demandando capacidade criativa, constantes investimentos em pesquisa aplicada e proximidade com a pesquisa fundamental - ciência e tecnologia - estando presente nas inovações radicais;
- b) Estratégia defensiva: refere-se às empresas que ‘esperam a vez’, implicando investimentos em inovações incrementais focadas em melhorias/adaptações das inovações radicais, mesclando tecnologias avançadas com tecnologias mais maduras como forma de reduzir riscos -

diferenciação com baixo custo – estando presente nas empresas que alcançaram a posição de liderança tecnológica dominante e buscam mantê-la;

c) Estratégia imitativa: intrínseca em ambientes institucionais de proteção/reserva de mercado, proporciona uma redução significativa dos custos da inovação e pode direcionar a competição para o preço, principalmente em indústrias/tecnologias mais maduras, estando presente nas empresas que evitam custos de P&D;

d) Estratégia dependente: assume um papel de ‘subordinação tecnológica’ devido a inexistência ou baixo índice de P&D próprio, levando à dependência do ambiente externo para a contratação de serviços especializados de terceiros, sendo normalmente adotada por subsidiárias, licenciadas - acesso à tecnologia externa mediante o pagamento de *royalties* - franquias e fabricantes de marcas próprias para terceiros;

e) Estratégia oportunista: refere-se às empresas direcionadas a nichos específicos de mercado, demandando baixo ou nenhum investimento em P&D uma vez que predominam as inovações determinadas por esses nichos de mercado - *demand pull*;

f) Estratégia tradicional: característica de produtos/mercados com forte competição em preços, razoavelmente estáveis e com baixa lucratividade, prevalecendo as inovações incrementais em processos visando constantes reduções nos custos.

Sbragia (2006) afirmou que a grande maioria das empresas brasileiras se concentra nas atividades de compra de tecnologia - difusão - e o esforço inovativo produzido por departamentos de P&D, fica limitado às grandes empresas devido aos custos envolvidos e à complexidade tecnológica.

O modelo de inovação aberta apresentado por Chesbrough contextualizou um novo ambiente de inovação em que o conhecimento é distribuído, ao invés de proprietário e exclusivo a uma única organização, e onde as empresas ampliam seus respectivos escopos de P&D, por exemplo, compartilhando projetos, estabelecendo fluxos de conhecimentos e comercializando patentes (Rothaermel & Hess, 2010). Após cinco anos de estudos em empresas farmacêuticas globais para avaliar suas estratégias de inovação, Rothaermel e Hess (2010) mapearam quatro estratégias básicas, cada qual com suas vantagens e desvantagens, que podem ser combinadas entre si, mas alertaram que enquanto algumas combinações podem potencializar as inovações, por exemplo, desenvolvimento e promoção do capital humano, outras podem ampliar a defasagem caso antecipem necessidades específicas, por exemplo, alianças e aquisições. As

quatro estratégias básicas são: [i] recrutar e cultivar capital humano; [ii] gastar mais em atividades internas de P&D; [iii] alianças estratégicas; e [iv] aquisição de empreendimentos de tecnologia, conforme mostrado na Figura 3.

Estratégias de Inovação	Vantagens	Desvantagens	Alguns exemplos de empresas	Exigências
<b>Recrutamento e retenção de capital humano superior</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Melhor controle de Propriedade Intelectual</li> <li>* Foco em crescimento de longo prazo</li> <li>* Dificuldade de imitação por competidores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Crescimento orgânico é mais lento</li> <li>* Desafio em identificar e valorizar capital humano superior</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Goldman Sachs</li> <li>Google</li> <li>Merck</li> <li>RIM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Astuto RH estratégico</li> <li>Flexibilidade Organizacional</li> </ul>
<b>Gastos de P&amp;D interno</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Internalização de Competências e Capacidades</li> <li>* Retenção integral do Retorno sob Investimento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Total exposição ao risco</li> <li>* Horizonte de longo prazo</li> <li>* Retornos incertos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apple</li> <li>BMW</li> <li>Hewlett-Packard</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cultura de tolerância ao risco</li> <li>Flexibilidade Organizacional</li> <li>Acordos de Longo Prazo</li> </ul>
<b>Aliança Estratégica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Risco compartilhado</li> <li>* Pequenos investimentos por diversos investidores provê opções estratégicas</li> <li>* Mais rápido do que P&amp;D interno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Potencial em perder Propriedade Intelectual</li> <li>* Alinhamento de metas desafiador</li> <li>* Retornos compartilhados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>IBM</li> <li>Elly Lillt</li> <li>Oracle</li> <li>Procter &amp; Gamble</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Função dedicada ao gerenciamento de parcerias/alianças</li> </ul>
<b>Aquisições</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Mais rápido do que crescimento orgânico</li> <li>* Adquire tecnologias inovadoras antes que Start-ups se tornem competidoras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Riscos de sobrepreços</li> <li>* Preocupações de integração cultural</li> <li>* Envolve confiança nos parceiros para inovar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cisco</li> <li>General Electric</li> <li>Pfizer</li> <li>Microsoft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidade de identificar e assimilar alvos de aquisição</li> </ul>

**Figura 3** – Principais características das estratégias de inovação

**Fonte:** Adaptado de Rothaermel e Hess (2010, p.14).

Ainda segundo os autores, as capacidades de inovação podem ocorrer internamente, individualmente ou até na rede de relacionamento, dependem do desenvolvimento de capacidades e envolvem interações entre os agentes, a capacidade de gerir P&D e o volume de recursos aplicados vinculados à gestão de P&D.

Rothaermel e Hess (2010) afirmaram, ainda, que as empresas são capazes de construir, comprar e acessar inovações pelo recrutamento de capital humano intelectual ou de cientistas renomados, no dispêndio de P&D e nas aquisições de empresas que detenham novas tecnologias, todavia, ressaltam que as empresas já devem possuir capacidades suficientes de P&D para maximizar e alavancar os diferentes mecanismos de inovação.

Seguindo a perspectiva das capacidades dinâmicas, Rothaermel e Hess (2010) sugeriram que os antecedentes para a inovação podem ser encontrados nos indivíduos, nas empresas e nos diversos níveis de relacionamentos em rede, mas alertaram que estes antecedentes à inovação são substitutos, propondo que esses mecanismos de inovação sejam complementares, não havendo uma única solução estratégica de inovação que funcione de maneira plena para uma empresa. Ao invés disso, existem quatro abordagens diferentes que parecem funcionar melhor, que se tornaram ainda mais complexas quando combinadas entre si, porém nem todas as combinações resultaram em mais inovação (Figura 4).

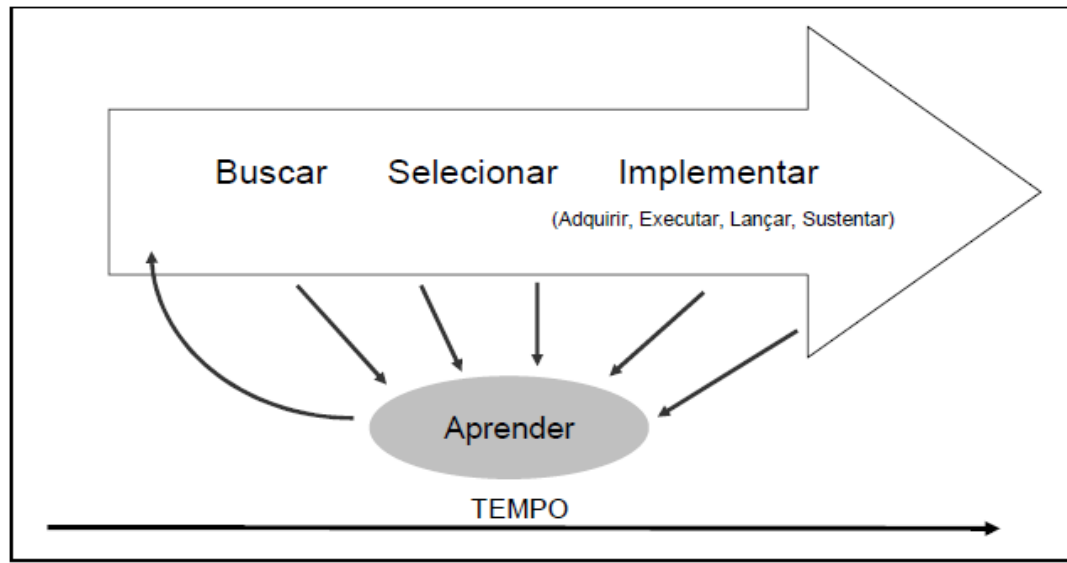
	Sem Estrelas	Estrelas	P&D Interno	Alianças	Aquisições
Sem Estrelas	-	positivo	neutro	negativo	neutro
Estrelas	positivo	-	negativo	neutro	neutro
P&D Interno	neutro	negativo	-	positivo	neutro
Alianças	positivo	neutro	negativo	-	positivo
Aquisições	neutro	neutro	neutro	positivo	-

**Figura 4** – Efeitos da combinação de estratégias de inovação

Fonte: Adaptado de Rothaermel e Hess (2010, p.).

Assim, a utilização de estratégias mistas pode permitir que uma empresa atinja um maior nível de inovação, mas algumas estratégias não operam bem conjugadas, podendo destruir capacidades inovadoras e diferenciais estratégicos, provocando perda de competitividade e de capacidade inovadora. Em suma, não existe regra pronta a ser aplicada, pois dependem do ambiente interno, das capacidades estratégicas e corporativas das empresas e do ambiente no qual está inserida (Rothaermel & Hess, 2010).

Para Tidd et al. (2008), a inovação é uma vantagem empresarial capaz de mobilizar conhecimentos, avanços tecnológicos e novidades na oferta de produtos e serviços, definindo o processo de inovação nas organizações por meio do modelo a seguir representado na Figura 5.



**Figura 5** – Representação simplificada do processo de inovação

**Fonte:** Tidd et al. (2008, p. 88).

A fase ‘buscar’ analisa os cenários interno e externo, avaliando ameaças e oportunidades para a mudança. A legislação, nesse aspecto, é citada tanto como ameaça, como também oportunidade. As organizações vislumbram a inovação e a entendem como algo composto de diferentes conhecimentos. Já na fase de ‘seleção’ ocorre a análise do ambiente, em que é possível identificar no meio externo opções para que a visão estratégica identifique mercados em potencial. A ‘implementação’ transforma a ideia lançando-a no mercado e compreende desde a aquisição de conhecimentos para possibilitar o lançamento da ideia, passando pela elaboração e execução de projetos, lançamento no mercado às vezes antes mesmo de o consumidor conhecer seus desejos, até chegar à sustentabilidade da ‘inovação’. Finalmente, a etapa da ‘aprender’ é quando as empresas têm oportunidade de aprender de diferentes modos para se consolidarem no processo de gestão da inovação.

## 2.4 ECOINOVAÇÃO

A ideia de ecoinovação é recente. Na literatura, uma das primeiras aparições do conceito está no livro de Fussler e James (1996). Em um artigo posterior, James (1997) definiu



ecoinovação como novos produtos e processos que ofereçam valor ao cliente e ao negócio, diminuindo significativamente os impactos ambientais.

Extrapolando a dimensão ambiental, ecoinovação também pode ser entendida como a produção, aplicação ou utilização de um bem, serviço, processo produtivo, estrutura organizacional ou métodos gerenciais novos para a empresa ou para o usuário, cujo ciclo de vida resulte na redução do risco ambiental, da poluição e dos impactos negativos do uso de recursos (Kemp & Foxon, 2007), demonstrando também seu potencial como fonte de vantagem competitiva.

O conceito também diz respeito à criação de novos produtos, processos, sistemas e serviços com preços competitivos e destinados a satisfazer as necessidades humanas proporcionando uma melhor qualidade de vida com o mínimo comprometimento de recursos na produção, de forma a liberar a mínima quantidade de substâncias tóxicas (Reid & Miedzinski, 2008).

Para Rennings (2000) ecoinovação diz respeito as decisões e ações de atores relevantes que levem ao desenvolvimento e aplicação de novas ideias, comportamentos, produtos e processos, contribuindo para a redução da degradação ambiental e para atingir metas ecológicas específicas. Isso incluiu inovações de produto e processo, mudanças na gestão organizacional e, no que tange ao nível sociopolítico, mudanças na regulação ambiental, comportamento do consumidor ou forma de viver em geral.

Essa definição se assemelha à de Kemp (1997) que entendeu ecoinovação como processos, produtos, técnicas e sistemas de gestão novos ou melhorados que evitam ou reduzem impactos ambientais negativos. Posteriormente, Arundel e Kemp (2009) afirmaram que esse entendimento está alinhado com a definição de tecnologia ambiental adotada pela *European Commission's Environmental Technologies Action Plan* (ETAP), referindo-se a processos que fazem a gestão da poluição, como controle de poluição do ar e gestão de águas, produtos e processos menos intensivos em recursos materiais e/ou energéticos e outros mecanismos voltados para uma gestão mais eficiente dos recursos.

A citação a seguir refere-se à definição de Arundel e Kemp (2009) após analisarem diversos conceitos apresentados na literatura:

Eco-innovation is the production, assimilation or exploitation of a novelty in products, production processes, and services or in management and business methods, which aims, throughout its life cycle, to prevent or substantially reduce environmental risk, pollution and

other negative impacts of resources use (including energy use). Novelty and environmental aim are the two distinguishing features. (Arundel & Kemp, 2009, p.16).

Nesse mesmo estudo os autores apresentaram uma tipologia aplicada às ecoinovações, distinguindo quatro tipos:

- a) Tecnologias ambientais, ou seja, de controle da poluição, inclusive de tratamento de resíduos e água, de processos mais limpos, equipamentos de gestão de resíduos, instrumentação e monitoramento ambiental, tecnologias de energia verde, fornecimento de água para consumo e controle de barulho e vibração;
- b) Inovações organizacionais, que são métodos organizacionais e sistemas de gestão para lidar com problemas ambientais, substituição de insumos, mudanças nas plantas produtivas, sistema formal de gestão e auditoria ambiental e gestão da cadeia produtiva;
- c) Inovações em produtos e serviços com benefício ambiental, do tipo construções ecológicas, produtos e serviços menos intensivos de recursos, gestão de resíduos, gestão de águas, consultoria ambiental, serviços de análise e de testes e engenharia;
- d) Mudanças em sistemas verdes, que dizem respeito a sistemas de produção e consumo ambientalmente amigáveis, agricultura biológica e sistemas baseados em energias renováveis.

Mas Arundel e Kemp (2009) chamaram a atenção de que, apesar dessa tipologia auxiliar na classificação de determinadas tecnologias, afirmar que as mesmas são, ou não, ambientalmente amigáveis ou ecoeficientes depende de uma análise profunda de cada tecnologia aplicada em diferentes setores produtivos e, principalmente, da apuração dos seus impactos, que é o objetivo principal desta tese.

Outros autores acrescentaram que as ecoinovações proporcionam novas oportunidades de negócios, contribuindo para a transformação rumo a uma sociedade sustentável conforme a interação e o engajamento dos atores interessados (Carrillo-Hermosilla, Del Rio, & Konnola, 2010), além de oferecerem suporte técnico de tecnologias diferentes para aumentar a capacidade para a inovação de produtos e o comprometimento ambiental (Yang & Chen, 2011).

Corrêa, Daniel, Toyoshima e Resende (2010) analisaram os impactos ambientais negativos gerados por inovações implementadas por empresas brasileiras, utilizando como parâmetro para avaliação o consumo de matéria-prima, a energia elétrica e a água. Esses autores concluíram que existe uma relação positiva entre inovação e redução nos impactos ambientais,

sugerindo que as inovações tecnológicas são ações potenciais para minimizar ou mesmo evitar impactos ambientais.

Os ambientalistas e demais simpatizantes do rigor das normas ambientais incentivam continuamente o desenvolvimento de métodos de produção inovadores, capazes de reduzir emissões e, conseqüentemente, baixar custos (Jaffe & Palmer, 1997).

De acordo com Porter (1999), por meio do aumento do rigor das leis um país é capaz de se transformar em exportador de tecnologias ambientais, melhorando também seu desempenho econômico. Para o autor a competitividade de um país depende da capacidade da sua indústria em inovar e melhorar.

A inovação ambiental é uma das possibilidades de inovar e melhorar. Por meio dela, torna-se possível a otimização de recursos naturais. A inovação ambiental pode ser definida como “[...] a produção, assimilação ou exploração de uma novidade em produtos, processos, serviços ou métodos de gestão, visando evitar ou diminuir risco ambiental, poluição e impactos negativos no consumo de recursos” (Kemp & Foxon, 2007, p.3).

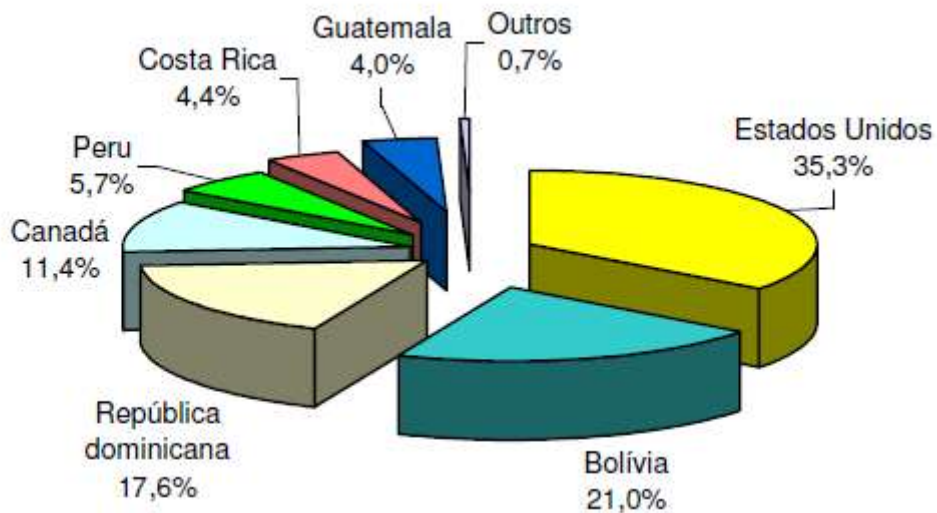
Diante dessa caracterização, a OCDE (2005) afirmou que o conceito deecoinovação refere-se a um dos tipos de inovações surgidas a partir de demandas por um novo contexto de desafios socioambientais, explorado por acadêmicos e empresários. Contudo, no Brasil, as políticas públicas de apoio à inovação tecnológica nem sempre convergiram para política científica e somente com a abertura de mercado, a partir de 1990, a iniciativa privada passou a investir em P&D, persistindo, ainda, cooperação e convergência entre os diversos atores envolvidos no processo de inovação (Stal, Campanario, Sbragia & Andreassi, 2006).

## 2.5 BIODIGESTORES APLICADOS NO SEGMENTO DAS FECULARIAS

As exportações do segmento das fecularias estão em expansão e são relevantes para a economia brasileira. As diversas modificações químicas do amido de mandioca geraram variados tipos de amidos de grande utilidade para a indústria de transformação, atraindo o interesse de empresas internacionais que se instalaram no Brasil e passaram a exportar para os mercados em que atuam conforme a Associação Brasileira dos Produtores de Amidos de Mandioca (ABAM, 2013).

O amido, produto base dessa agroindústria, é utilizado na produção de medicamentos, alimentos, cosméticos e até mesmo na produção de tecidos.

A Figura 6 apresenta os principais destinos de exportação da mandioca brasileira em janeiro de 2012, cujo volume foi de 3,11 mil toneladas, conforme dados divulgados pela Secretaria de Comércio Exterior do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (CEPEA/ESALQ, 2013).



**Figura 6** – Destino das exportações de fécula de mandioca brasileira - janeiro de 2012

**Fonte:** CEPEA/ESALQ (2013).

Em um cenário em que o agronegócio representa 22% do PIB brasileiro, a mandioca, o feijão e a laranja estão entre as mais importantes *comodities*, próximas de líderes como a carne, o complexo de soja - grão, farelo e óleo -, os produtos florestais, o café e o conjunto sucroalcooleiro (Portal Brasil, 2013).

Outro aspecto importante se refere ao fato de que muitas dessas indústrias estão associadas em cooperativas, envolvendo também a produção e comercialização de outras *commodities* agrícolas. A maior parte do setor é formado por pequenas e médias empresas e um de seus limitadores de crescimento é a falta de orçamento disponível para investir em tecnologia.

As fecularias, em seu processo produtivo, emitem resíduos de produção que precisam ser tratados corretamente e, portanto, a tecnologia dos biodigestores passa a ser uma importante fonte tecnológica capaz de mitigar impactos ambientais resultantes desse processo, o que permite caracterizá-la como umaecoinovação.

Em relação aos biodigestores, a China e a Índia foram os países pioneiros na realização de pesquisas e na sua utilização após a descoberta do gás metano. Em 1939, na cidade de Kampur, na Índia, existem relatos da primeira usina de gás de esterco com o principal objetivo de tratar resíduos orgânicos (Deublein & Steinhauser, 2008).

Da mesma forma, foi também a crise energética que registrou a chegada dos biodigestores no Brasil. O Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) instalou, em 1979, o primeiro biodigestor, um modelo chinês, na Granja do Torto em Brasília (Palhares, 2008). A partir de então, a tecnologia de biodigestores vem se desenvolvendo gradativamente e sendo utilizada em diferentes atividades produtivas e agrícolas.

Quanto à iniciação do uso da tecnologia de biodigestores no Brasil:

Com a crise do petróleo na década de 70 foi trazida para o Brasil a tecnologia da digestão anaeróbia. Na região nordeste foram implantados vários programas de difusão dos biodigestores e a expectativa era grande, porém os benefícios obtidos a partir do biogás e do biofertilizante não foram suficientes para dar continuidade aos programas e os resultados não foram muito satisfatórios (Boletim Enfoque, 1999 como citado em Pecorá, 2006).

A tecnologia dos biodigestores vem sendo utilizada para a obtenção da eficiência energética gerada a partir de resíduos em diversos setores e atividades produtivas. Por exemplo, na Ásia, os biodigestores são utilizados na gestão de resíduos para geração de energia, sendo conhecida como biometanização, isto é, a técnica de geração de energia a partir de biodigestores, os quais capturam o gás metano evitando sua liberação direta para atmosfera (Forsyth, 2006). Uma das vantagens da geração de energia a partir de resíduos de agroindústria é o fato de ela ser constante, considerando que sempre que houver produção industrial os resíduos serão gerados, tendo, então, produção de biogás e, conseqüentemente, de energia (Machan, 2001).

Mrayann (2004) analisou os impactos das emissões descontroladas de gás metano na Jordânia, bem como o seu uso para geração de energia elétrica, incluindo a unidade de biogás. O autor destacou a necessidade de se avançar no intercâmbio tecnológico e em programas de treinamento para gestão adequada de resíduos sólidos tratados por meio da tecnologia de biodigestores.

Segundo Ismail (2007), a tecnologia de geração de energia a partir do biogás é uma alternativa viável para atender a demanda de energia que vem crescendo, em média, cerca de 6% ao ano no mundo.

Angelidaki e Sanders (2004) argumentaram que, com a aplicação cada vez maior desta tecnologia, surgiu uma necessidade urgente de métodos que permitam estimar a biodegradabilidade e o potencial do gás metano, a partir do tratamento de resíduos utilizados em biodigestores com a finalidade de gerar energia e reduzir emissões. Tais resíduos, também chamados de efluentes, podem ser processados por intermédio da fermentação anaeróbica, realizada por um biodigestor, sendo considerado um processo despoluidor de águas. Possui também grande potencial de geração de energia a partir do tratamento do gás metano ( $\text{CH}_4$ ) que é o biogás produzido pelas lagoas de eutrofização. O biogás tem em sua composição um volume que varia de 60 a 70% de metano, 30 a 40% de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), 0 a 3% de nitrogênio ( $\text{N}_2$ ), 0 a 1% de hidrogênio ( $\text{H}_2$ ), 0 a 1% de oxigênio ( $\text{O}_2$ ) e 0 a 1% de gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ) (Silva, 1998).

Há duas maneiras de aproveitamento do biogás. A primeira consiste na queima direta - no caso da agroindústria, por exemplo, com sua utilização em caldeiras - e a segunda, diz respeito à conversão de biogás em eletricidade, possibilitando a geração de energia elétrica e térmica. Esse processo é considerado sustentável, uma vez que é capaz de gerar benefícios econômicos, sociais e ambientais.

O conceito do *triple botton line*, desenvolvido por John Elkington, destacou a gestão voltada para obtenção de resultados econômicos, sociais e ambientais positivos, denominados pilares da sustentabilidade, que representam a produção tanto de bens como de serviços para satisfazer as necessidades humanas com preços competitivos, mas com redução de impactos ambientais e respeitando a capacidade - escassez e finidade - dos recursos do planeta Terra (Elkington, 2001, p.82).

Considerando o conceito deecoinovação, o tratamento de efluentes das fecularias deve permear o objetivo de não-emissão, seguido da redução e do tratamento de impactos. Dentre uma variedade de tecnologias ligadas ao conceito de ecoinovação, os biodigestores foram aqui abordados com exclusividade devido ao Edital Pró-Estratégia, projeto ao qual este estudo está vinculado, e, também, à predominância dessa tecnologia nas indústrias estudadas como a principal e, na maioria delas, única ecoinovação desenvolvida.

É oportuno destacar que no desenvolvimento do projeto e de todos os estudos a ele vinculados, inclusive desta tese, houve uma importante participação da empresa Planotec Biodigestores, principalmente nos aspectos de contato inicial com as empresas pesquisadas. Essa

empresa, uma consultoria ambiental, foi responsável pela instalação da maior parte dos biodigestores nas unidades industriais pesquisadas. Tal aproximação, permitiu maior integração do pesquisador com as empresas durante o processo de coleta de dados, facilitou o entendimento de aspectos técnicos envolvendo a tecnologia e sua instalação e, bastante relevante para esta pesquisa, possibilitou conhecer os argumentos mais relevantes utilizados na fase de negociação entre a consultoria e as feculárias para implantação dos biodigestores.

A criação do biodigestor objeto deste estudo partiu de uma ideia simples da Planotec, que seria cobrir com uma lona composta de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), um material bastante resistente, a primeira lagoa de estabilização utilizada para o tratamento dos efluentes das feculárias, que recebe esse efluente de forma quase bruta, ou seja, com alta carga orgânica. De determinados pontos da cobertura o biogás seria canalizado com mangueiras e encanamentos até o ponto de queima da caldeira, instalado um ventilador para forçar o deslocamento do biogás por exaustão e uma válvula para controlar o fluxo do gás na caldeira. Dessa forma, com o calor proveniente da queima do biogás, menor quantidade de lenha ou cavaco seria utilizada nessa fase do processo produtivo.

Conforme informações obtidas com a consultoria, o modelo de biodigestor utilizado é de origem chinesa e foi adaptado pelo engenheiro agrônomo Eduardo Ferreira - um dos sócios da empresa - na etapa de ancoragem da lona que, ao invés de ser fixada por alvenaria ou outro método, é enterrada em valas de aproximadamente um metro de profundidade.

A empresa passou, então, a expor o projeto para feculárias da região oeste do Paraná, onde iniciou sua atuação. Uma das empresas apostou na ideia e resolveu investir no projeto e depois de dois anos da primeira instalação já haviam outros 24 biodigestores instalados.

A Figura 7 traz imagens do processo de tratamento de águas residuárias de uma feculária do Estado do Paraná visitada na fase inicial desta pesquisa. Na imagem à esquerda percebe-se a combustão de gás metano sem utilização de biodigestor e, portanto, todo o potencial poluente desse gás liberado para atmosfera. Na imagem à direita, a mesma lagoa depois da instalação do biodigestor, visivelmente “estufado” pelo acúmulo do gás metano (biogás) capturado para posterior aproveitamento em caldeiras.



**Figura 7** – Imagens das lagoas de eutrofização de uma das indústrias

**Fonte:** Fotos da pesquisa de campo em visita a uma das fecularias paranaenses no segundo semestre de 2013.

## 2.6 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

De forma geral, o tema “indicadores” tem sido bastante discutido por pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento e, mesmo havendo diferenças na abordagem, as definições encontradas apresentam sentidos comuns: uma medida que resuma informações importantes a respeito de determinado fenômeno; um elo de ligação entre parâmetros e padrões que compõem um sistema de avaliação; possuam fidedignidade, acuidade e tempestividade; auxiliem nos processos de tomada de decisão.

Por exemplo, Kardec, Flores e Seixas (2002) os definiram como sendo uma espécie de guias para a medição da eficácia de ações tomadas e para a identificação de eventuais distorções ou vieses entre o que foi programado e o resultado concreto, afirmando que, por serem ferramentas centrais para acompanhamento de aspectos de interesse sobre um objeto de análise, possibilitam o planejamento de ações para melhorias de desempenho.



Para Segnestan (2002) indicadores são ferramentas analíticas para o estudo de mudanças na sociedade. Em termos conceituais a autora afirmou que a combinação estruturada de indicadores permite a formação de índices para serem usados, com mais frequência, nos níveis de análise agregada, como nos âmbitos nacionais e regionais.

Indicadores também foram definidos como ferramentas de orientação em um mundo cada vez mais complexo, um elemento de ligação do indivíduo com o mundo, já que possibilitam a compreensão dos eventos que acontecem ao redor de cada um (Bossel, 1999). Podem conter um ou mais parâmetros e serem tratados isoladamente ou, preferencialmente, combinados entre si, mas o conjunto de indicadores deve expressar as interrelações existentes, buscando comunicar, de forma simples e objetiva, o progresso em direção a um objetivo definido, com ênfase nos fenômenos que tenham ligações com as ações humanas (Van Bellen, 2008).

Ao estudar indicadores de qualidade do ar, Malheiros (2002) destacou três pontos importantes para sedimentar o uso de indicadores em processos de tomada de decisão: [i] devem ser capazes de articular questões complexas e ter abrangência sistêmica; [ii] devem mensurar os reflexos econômicos, financeiros e estratégicos; [iii] precisam representar os conhecimentos e as percepções dos diferentes atores envolvidos, ou seja, durante a fase de formulação, quanto maior a participação de pessoas identificadas ou com os mesmos perfis daqueles que utilizarão os indicadores no dia a dia, mais fortes - no sentido de aceitação e uso - eles se tornam. Este terceiro ponto está alinhado com os pressupostos de Meadows (1998) para que haja ampla participação, não somente de cientistas e especialistas, mas também da sociedade, como pressuposto para validade dos indicadores e dos sistemas de avaliação.

Na perspectiva do desenvolvimento sustentável, os indicadores de sustentabilidade, são um conjunto de parâmetros para medir e comunicar os impactos antrópicos em um determinado sistema em relação às metas estabelecidas (Moura, 2002). Para as empresas, o conceito por trás dos indicadores de sustentabilidade deve ser objetivo e simples o suficiente para identificar se uma empresa está se aproximando ou se afastando nas dimensões da sustentabilidade (Veleva & Ellenbecker 2000).

Para Marzall e Almeida (2000) indicadores são medidas da condição, dos processos, da reação ou do comportamento dos sistemas complexos que podem fornecer uma síntese confiável. Segundo os autores, analisar as relações entre um conjunto de indicadores e o padrão de respostas pode possibilitar a previsão de condições futuras e as medidas devem evidenciar modificações

que ocorrem em uma dada realidade, principalmente as mudanças determinadas pela ação antrópica.

Indicadores também estão associados a desempenho. No caso das empresas, desempenho tem sido um conceito unidimensional medido prioritariamente pelos lucros (Porter & Kramer, 2006) considerando apenas a maximização do valor criado para os acionistas como sendo a essência do papel gerencial nas empresas (Saulquin & Schier, 2008).

De acordo com o estudo desenvolvido por Gião, Gomides, Picchioni, Corrêa e Oliveira (2010, p.247), que analisou diversos modelos de avaliação de gestão integrada e buscou contribuir com um modelo mais flexível e abrangente, torna-se cada vez mais relevante que as organizações sejam avaliadas global e sistemicamente, “[...] não só para aprimorar seu gerenciamento e atender seus *stakeholders*, como garantir sua existência de forma sustentável no longo prazo”.

No início da década de 1990 o termo desenvolvimento sustentável passou a ocupar mais espaço no cotidiano da sociedade, principalmente com a assinatura da Agenda 21 Global e de projetos norteados pela mesma – denominados Agenda 21 Local – gerando diversas definições sobre indicadores, suas funções, regras e princípios para uso.

Institucionalmente, o evento que iniciou o foco na busca de indicadores de sustentabilidade foi a Conferência Mundial sobre Meio Ambiente Rio-92, cujo capítulo 40 do documento resultante enfatizou a necessidade de que cada país desenvolva indicadores alinhados com as suas respectivas realidades.

Visando organizar essas discussões e estabelecer uma linha conceitual de conduta, um grupo internacional de pesquisadores e especialistas em sistemas de avaliação se reuniu, em novembro de 1996, na Fundação Rockefeller, EUA, e no Centro de Conferências de Bellagio, Itália, para avaliar e sintetizar o conhecimento construído até então, tanto pela comunidade científica quanto decorrente das aplicações práticas, sobre indicadores recomendados/utilizados para medir e avaliar o progresso em direção ao desenvolvimento sustentável. Fruto dessas reuniões, o grupo propôs um conjunto de dez princípios interrelacionados que devem ser considerados pelos governos, corporações, institutos de pesquisa e organizações não governamentais, nos processos de avaliação de sustentabilidade, desde a escolha, forma e interpretação dos indicadores até a comunicação dos resultados (Hardi & Zdan, 1997).

A Figura 8 apresenta esses princípios, que, segundo os autores, podem ser sintetizados em quatro dimensões: [i] sentido prático e significativo do desenvolvimento sustentável para os tomadores de decisão = princípio 1; [ii] conteúdo a ser avaliado, perspectiva sistêmica e aspectos de praticidade = princípios 2 a 5; [iii] sustentação de todo o processo de avaliação = princípios 6 a 8; [iv] flexibilidade e adaptabilidade do processo frente a diferentes situações, necessidades ou tendências = princípios 9 e 10.

Princípios	Características
Princípio 1: Visão direcionada a objetivos	Avaliação guiada por objetivos claros alinhados com o desenvolvimento sustentável.
Princípio 2: Perspectiva holística	Interação entre partes e subsistemas; busca de bem-estar geral; impactos positivos e negativos das ações humanas; revisões contínuas.
Princípio 3: Elementos essenciais	Considerar disparidades e equidades existentes no presente e previstas para o futuro, tanto no âmbito social quanto no ambiental; considerar o bem-estar que pode advir do crescimento econômico.
Princípio 4: Escopo adequado	A abrangência do estudo deve possibilitar avaliar diferentes perspectivas e realidades.
Princípio 5: Foco prático	A quantidade de indicadores e as escalas de medição devem ser suficientemente praticáveis; permitir o estabelecimento de padrões e análises comparativas.
Princípio 6: Abertura	Transparência da origem dos dados, dos métodos e dos julgamentos.
Princípio 7: Comunicação efetiva	Objetividade e simplicidade na apresentação dos resultados.
Princípio 8: Ampla participação	Buscar a máxima representação dos diferentes atores envolvidos.
Princípio 9: Avaliação constante	Flexibilidade para adaptação às novas realidades e demandas do desenvolvimento sustentável.
Princípio 10: Capacidade institucional	Apoio constante para capacitação dos usuários; sistematizar a coleta de dados e disponibilizá-los.

**Figura 8** – Princípios para processos de avaliação de sustentabilidade

**Fonte:** Adaptado de Hardi e Zdan (1997).

Para Malheiros, Coutinho e Philippi (2012, p.34) indicadores de sustentabilidade e sistemas de medição devem ser simples e confiáveis na descrição da realidade, pois são fundamentais na formação de bases duradouras para o desenvolvimento sustentável e os dez princípios de Hardi e Zdan (1997, p. 10) orientam “a construção de sistemas adequados de medições [...] indispensáveis para operacionalizar o conceito da sustentabilidade, permitindo que a sociedade e os tomadores de decisão estabeleçam objetivos e metas claros”.

Ainda em relação aos sistemas de medição, Machado (1999) identificou uma predominância na utilização de indicadores quantitativos sobre os qualitativos, mas comentou

que, psicologicamente, cada pessoa tem a sua percepção de meio ambiente e de qualidade, as quais são individuais e influenciam diretamente nos processos cognitivos de escolhas ou de tomada de decisões - interpretação nossa - sendo importante que essas percepções sejam coletadas por indicadores qualitativos.

Cetrulo, Molina e Malheiros (2012, p.595-599) fizeram uma extensa revisão bibliográfica em publicações nacionais e internacionais envolvendo os temas gestão ambiental, economia verde e sustentabilidade empresarial, para definir uma taxonomia de postura ambiental empresarial. Essa postura reflete a cultura, comportamento, estruturação e comprometimento das empresas frente às pressões da sociedade para assumirem uma “gestão ambiental condizente com os seus aspectos e impactos ambientais e com seus interesses em proteger o meio ambiente”, inclusive para as discussões que envolvem as mudanças climáticas.

A taxonomia proposta pelos autores (Figura 9) para classificação das diferentes posturas ambientais por parte das empresas foi estatisticamente testada e empiricamente validada em uma pesquisa de campo realizada junto a 19 indústrias brasileiras produtoras de etanol de cana-de-açúcar que, juntas, representam 30% de toda a cana moída no Brasil.

Postura	Principais características em relação à gestão ambiental	Exemplos de indicadores
Passiva/Reativa	Controle apenas nas saídas ( <i>end of pipe technology</i> ); Geradoras de custos operacionais extras; Entrave à expansão dos negócios da empresa; Atuação limitada ao cumprimento das exigências legais; Neutralidade estratégica (baixa percepção do valor estratégico).	Não há estrutura ou definição de responsabilidades pela gestão ambiental; Administração não reconhece os impactos ambientais das operações; Ocorrências de passivo/multas ambientais
Preventiva	Modificações nos processos e/ou produtos alinhadas com as questões ambientais; Enfoque na prevenção de poluição; Existência de um grupo técnico específico; Criação de cargo, função ou departamento para gestão ambiental; Ações integradas em aspectos pontuais.	Adota metas de redução para uso de água, combustíveis e energia elétrica; Possui processos para prevenir/reduzir impactos ambientais; Adota práticas sistematizadas de política ambiental.
Proativa	Controle da gestão ambiental partindo da alta administração; Percebe oportunidades para melhorar resultados econômico-financeiros; Sistema gerencial especializado para a gestão ambiental; Aspectos ambientais introduzidos na seleção de fornecedores e nas compras; Gestão ambiental está inserida na estratégia; Integração matricial.	Política ambiental integrada às demais políticas; Exige que os fornecedores comprovem práticas ambientais; Questões ambientais estão sempre presentes nas decisões estratégicas; Alta administração participa da gestão ambiental.

**Figura 9** – Taxonomia para postura ambiental

**Fonte:** Adaptado de Cetrulo et al. (2012, p.599).

Além dos aspectos conceituais envolvendo os indicadores e os sistemas concebidos para avaliação de impactos, a atenção com as dimensões da sustentabilidade deve estar presente na formulação das estratégias e nas decisões das organizações.

Historicamente, a tradicional lógica econômica já incorpora os resultados financeiros como parâmetro para medir desempenhos e tomar decisões, seguida das questões sociais - para as quais já existem mecanismos legais regulamentados – e, em um patamar inferior o ambiente natural, já que as externalidades negativas que as organizações podem provocar precisam ser claramente identificadas e mensuradas.

Em outras palavras, a própria sociedade precisa criar mecanismos de monitoramento e de regulação da interação entre atividade produtiva e meio ambiente, pois ações de degradação provocam reações por parte da natureza, via de regra bastante impactantes para toda a sociedade, conforme é apontado pelos estudos que abordam as ações antrópicas sobre as mudanças climáticas.

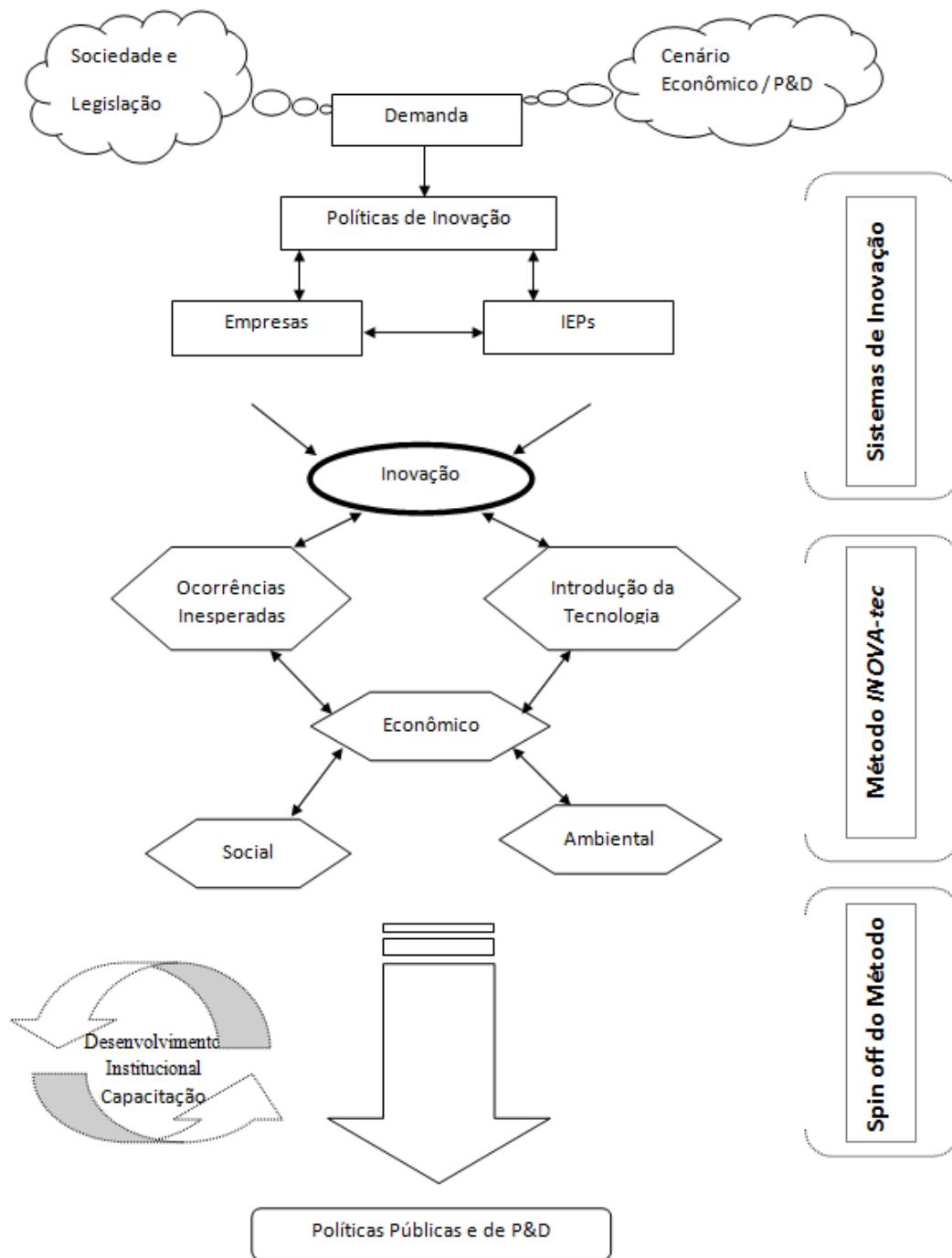
## 2.7 MODELO INOVA-TEC SYSTEM

O modelo INOVA-tec System foi desenvolvido com base nos princípios que envolvem a criação de indicadores de sustentabilidade, em métodos anteriores que permitiram analisar riscos de plantas geneticamente modificadas, em métodos de avaliação de impacto ambiental indicados pelo Sistema da *International Organization for Standardization (ISO) 14.000* e em indicadores descritos em relatórios técnicos internacionais publicados pela *European Food Safety Authority* – Parma, Itália - e pela *National Academy of Sciences* - Washington DC, EUA (Jesus-Hitzschky, Lanna, Vieira, Abreu, & Lima, 2006). Seu principal objetivo é avaliar impactos diretos e indiretos de inovações tecnológicas nas diversas dimensões que estas podem atingir: social, ambiental, econômica, de desenvolvimento institucional, capacitação, introdução da tecnologia e ocorrências inesperadas, trabalhando com um conjunto amplo de indicadores de sustentabilidade (Jesus-Hitzschky, 2007).

No seu desenvolvimento foi aplicada a técnica Delphi, envolvendo um painel com 150 especialistas com grande variedade e profundidade de conhecimentos especializados sobre avaliação de impactos de inovações, para obter o maior número possível de contribuições, pareceres e, finalmente, consolidar um conjunto de indicadores (Jesus-Hitzschky, 2007).

Após a realização de testes com o modelo e sua validação metodológica, o mesmo foi transformado em um sistema computadorizado que permite avaliar a abrangência da inovação e seu desempenho, mediante índices de significância e de magnitude.

O método confere mais objetividade nas avaliações, norteando os indicadores a serem utilizados e os componentes importantes para a redução de impactos negativos e otimização dos recursos utilizados para a aplicação tecnológica a fim de prevenir e mitigar danos ambientais. É possível realizar a avaliação *ex-ante* ou *ex-post* à utilização da inovação. A primeira é voltada para diagnosticar seus impactos potenciais, sendo de maior interesse para os agentes financiadores e fomentadores das inovações. Já a *ex-post* avalia o desempenho da inovação no mercado e interessa mais à sociedade em geral, incluindo-se as empresas e os órgãos fiscalizadores. A Figura 10 é uma representação esquemática do Sistema INOVA-tec, indicando as possibilidades de uso por diferentes atores, interesses e escolha do tempo mais adequado para realizar a avaliação.



**Figura 10** – Ambiente da inovação tecnológica e o sistema INOVA-tec System

**Fonte:** Jesus-Hitzschky (2011, p.11).

Caso a avaliação tenha um interesse prospectivo a análise deve ser feita *ex-ante* do emprego da tecnologia focando a ‘Avaliação da Abrangência da Inovação ou Cenário’ e

ilustrando o foco da avaliação dos impactos potenciais. Terão mais interesse neste tipo de análise: agências de fomento, investidores e tomadores de decisão, para a escolha entre um portfólio de projetos ou para o entendimento do alcance de uma inovação.

A avaliação *ex-post* da inovação prevê a avaliação de todos os indicadores reunidos de acordo com os critérios de avaliação nas respectivas dimensões e cuja análise permite a elucidação do ‘Desempenho dos Indicadores’. Faz parte da avaliação do impacto geral a análise da abrangência ou avaliação prospectiva e da *performance* dos indicadores para a formulação da matriz de impactos e com isso a elaboração do ‘Cenário da Inovação’.

É oportuno enfatizar que neste estudo a avaliação da ecoinovação ‘tecnologia de biodigestores’ será realizada *ex-post*.

### 2.7.1 Descrição do modelo

Para a descrição e detalhamento do modelo e dos métodos empregados na sua aplicação em situações empíricas, foi utilizado como fonte de consulta o Documento 86 (Jesus-Hitzszhky, 2011), que foi cedida pela EMBRAPA a este pesquisador juntamente como a versão mais recente do *software* INOVA-tec System.

### **Caracterização da inovação**

Com a finalidade de realizar a avaliação da tecnologia, primeiramente, recomenda-se realizar a caracterização da inovação com vistas a garantir o relato adequado da avaliação e com isso o acompanhamento e monitoramento do desempenho da sua aplicação. Abaixo são apresentadas as informações necessárias para a coleta de dados mais relevantes para garantir a acuidade da avaliação. Estas informações são apresentadas na página de entrada do *software* INOVA-tec v 2.0 e devem ser fornecidas do modo mais completo possível:

1) Título da inovação; 2) Data de cadastro; 3) Data de início da inovação; 4) Data de término da inovação; 5) Fase da inovação - concepção, desenvolvimento, validação do protótipo, produção, lançamento do produto, comercialização; 6) Inovação radical ou incremental: se incremental, indicar o produto precursor e a fase do ciclo de vida do produto; 7) Setor de aplicação - elétrico,



eletrônico, mecânico, biomédico, agroindústria, telecomunicação ou novos materiais; 8) Projetos de pesquisa e/ou desenvolvimento; 9) Financiamento; 10) Valor total investido na inovação - até a fase atual; 11) Valor total previsto para investimento até o lançamento do produto; 12) Parcerias para pesquisa ou desenvolvimento da inovação: nome da instituição parceira, tipo da instituição – pública, privada, organização não governamental ou organização da sociedade civil de interesse público.

A Figura 11 ilustra a interface apresentada pelo *software* INOVA-tec para a caracterização da inovação e seu ambiente.

**Caracterização da Inovação Tecnológica**

**Campos com \* são obrigatórios.**

**Título da Inovação\***

**Memorial descritivo**

**Início da inovação\***    **Término da inovação\***

**Fase atual da inovação\***    **Setor da aplicação\***

**Tipo Inovação**    **Produto precursor**

**Ciclo de vida do produto**

**Possui financiamento ?**

**Origem :**

**Governamental ?**

**Agência de fomento :**

**Bancos :**

**Parcerias Financiamento / Tipo**

**Valor total do financiamento**

**Valores Expressos em:\***

**Investido até o momento:**

**Previsto até o término:**

**Parcerias**    **Gravar**    **Consulta**    **Sair**

**Figura 11** – Interface para caracterização da inovação

**Fonte:** Jesus-Hitzszhky (2011).

## Avaliação da Inovação Tecnológica

Estas informações estão organizadas em três ferramentas: [i] planilha para análise do cenário da inovação - índice de significância; [ii] planilhas para avaliação dos indicadores para geração do Índice de Magnitude; finalmente, a combinação desses dois índices possibilita a apresentação dos resultados na [iii] matriz de impacto que é gerada a partir do Índice de Impacto Geral.

### I - Planilha para Análise Prospectiva – Cenário: Índice de Significância

A primeira ferramenta permite a realização da análise prospectiva do uso da inovação tecnológica. Para esta etapa da avaliação são considerados os fatores de moderação que seguem: extensão da sua aplicação, alcance da tecnologia e sua influência. Esta primeira parte da avaliação pode ser utilizada tanto para avaliações *ex-post* quanto para avaliações *ex-ante*, quer seja pelo avaliador que vai decidir sobre a continuidade de uma aplicação inovadora quanto pela agência de fomento ou investidores que decidirão o destino de um aporte de recursos entre projetos de inovação tecnológica.

Os fatores de moderação são apresentados na planilha que indica os valores associados ao seu nível de importância e a sua significância em termos da extensão da sua utilização - pontual, local, regional, nacional e internacional - e o alcance, ou escopo, direto ou indireto da sua aplicação - meio ambiente, saúde humana, qualidade de produto ou processo, social, econômico, político e legal. A análise destes fatores de moderação permite a geração do índice de significância (Tabela 1 e Figura 12). Cada peso atribuído para os fatores de moderação será considerado para a geração do Índice de Significância, de acordo com a fórmula abaixo:

$$\text{Abrangência da Inovação X Extensão} = \text{Índice de Significância (Equação 1)}$$

**Tabela 1** – Fatores de moderação para cálculo do índice de significância

Extensão	Valor do Peso
Pontual	1
Local	2
Regional	4
Nacional	6
Internacional	8
Alcance	Valores Possíveis
Meio ambiente	1, 2 e 3

Saúde Humana	1, 2 e 3
Qualidade da pesquisa/produto	1, 2 e 3
Social	1, 2 e 3
Econômico	1, 2 e 3
Político	1, 2 e 3
Legal	1, 2 e 3
Influência	Valores Possíveis
Indireta	1
Direta	2
Nula	0

Fonte: Jesus-Hitzszhky (2011).

**Avaliação da Significância da Inovação**

*Cenário da Inovação*

**Inovação Tecnológica**  
 2-Programa de fomento florestal

Descrição Sumário Executivo  
 Este trabalho propõe o emprego de uma metodologia destinada a avaliação dos impactos de inovações tecnológicas, o Inova-tec System, com modificações, para avaliar os impactos do Programa de Fomento Florestal a partir da Monocultura do Eucalipto. As metodologias para avaliação de impactos funcionam como uma aliada ao processo de decisão, fornecendo informações organizadas de acordo com critérios e indicadores em diversas dimensões onde os impactos do Programa podem ser percebidos.

Fase da Avaliação  
 3 Monocultura do eucalipto

Atualizar Voltar Sair

Escolha a fase de avaliação  
 2-Monocultura do eucalipto

**Significância da Inovação**

Extensão Nacional Peso 4

Alcance	Peso	Influência
Meio Ambiente	3	Direta 6
Saúde Humana	1	Nula 2
Qualid. Pesq./Prod.	3	Indireta 3
Social	3	Direta 6
Econômico	3	Direta 6
Político	3	Indireta 3
Legal	3	Direta 6

**Abrangência da Inovação** 32

**Índice da Significância** 128

Figura 12 – Cálculo do índice de significância

Fonte: Jesus-Hitzszhky (2011).

## II - Planilha de Indicadores para compilar o Desempenho do Impacto: Índice Magnitude

A segunda ferramenta é uma planilha pré-formatada (Anexos 1 a 8 e Figura 13) que organiza os indicadores de acordo com o foco da dimensão e permite ao usuário inserir os valores do nível de importância ou magnitude dos parâmetros. Planilha para avaliação dos indicadores: analisa os indicadores propostos para as diferentes dimensões - social, ambiental, econômica, desenvolvimento institucional, capacitação, introdução da tecnologia e ocorrências inesperadas - que possam sofrer os impactos da inovação, além daqueles inseridos pelo avaliador como indicadores específicos relevantes à pesquisa. O emprego do método permite que o avaliador selecione e analise somente os indicadores que julgar relevantes para o contexto da avaliação, sem distorção do resultado final. A avaliação destes indicadores gera o Índice de Magnitude. O sistema permite que se faça observações sobre os indicadores e seus pesos nas planilhas dentro do *software* para a avaliação realizada no formato eletrônico – *software* - ou dentro da tabela para avaliação realizada manualmente.

O objetivo da criação deste método é contemplar a avaliação de indicadores dentro de todas as dimensões possíveis, sem considerar nenhum dos parâmetros mais relevante que outro. Dessa forma, o INOVA-tec prevê a normalização de pesos, mas não a priorização de dimensões.

Cada peso atribuído para os indicadores ou fatores de moderação será considerado para a geração do Índice de Magnitude, de acordo com as fórmulas a seguir:

$$\text{Peso do Indicador} \times \text{Valor da faixa de peso} + \Sigma (\text{Fatores de correção}) = \text{Peso Total dos Indicadores da Dimensão A} = \text{Peso total da Dimensão A (Equação 2)}$$

$$\Sigma (\text{Peso Total da Dimensão A, B, C, D, E, F, G}) / \text{Número de Dimensões Analisadas} = \text{Índice de Magnitude (Índice Geral do Impacto) (Equação 3)}$$

**Figura 13** – Cálculo do índice de magnitude

**Fonte:** Jesus-Hitzszhky (2011).

### III - Campos para Descrição do Indicador, Peso do indicador, Fatores de Moderação e Critérios de Avaliação

Nas planilhas, os indicadores para a avaliação são agrupados de acordo com suas características ou critérios dentro da dimensão relacionada. Esses itens são previamente determinados nas planilhas para permitir uma avaliação cuidadosa dos impactos. Estes dados sumarizados nas planilhas dos indicadores foram identificados e consolidados a partir da contribuição de especialistas nas diversas áreas abordadas na avaliação. Esta consulta foi realizada no formato de uma entrevista presencial primeiramente para identificação e refinamento dos indicadores necessários, posteriormente para ajustes dos pesos dos indicadores e faixas de peso de cada fator de moderação e dos fatores de correção, quando estes eram necessários. Alguns testes foram realizados para ajustes e adequação tanto dos parâmetros utilizados quanto para ajuste da funcionalidade do *software* como um apoio para aplicação do sistema.

Para cada indicador apresentado nos Anexos 1 a 8, o sistema atribui um peso, que varia de 1 a 3. Essa variação nos pesos é feita da seguinte maneira: os indicadores que apresentam um peso maior são aqueles com impacto potencializado. No caso da Dimensão Ambiental os indicadores de recuperação ambiental receberam peso 3, uma vez que, segundo este item, um determinado ambiente pode ser recuperado potencializando seu uso futuro, para conservação ou preservação. Da mesma maneira, é atribuído o valor máximo 3 para a Dimensão Ocorrências Inesperadas já que este traz consigo a possibilidade de efeitos adversos ou indesejáveis. Por outro lado, indicadores incluídos pelos usuários têm peso 1, de modo que o resultado final não sofra grandes distorções.

Apesar de criar uma hierarquia dentro de cada dimensão, esta não será utilizada para a tomada de decisão e sim para gerar o cenário e com isto o panorama geral do ambiente da biotecnologia agrícola. Dessa forma, os pesos das dimensões são os mesmos, já que são consideradas igualmente importantes. Ou seja, a avaliação da inovação deve contemplar a aplicação do sistema INOVA-tec em todas as suas dimensões. Caso um indicador não seja expressivo para a inovação sob análise, basta que este seja ignorado, da mesma maneira novos indicadores mais relevantes com a avaliação podem ser inseridos na dimensão “Indicadores específicos”.

#### **IV - Campo: Informações para Avaliação**

A coluna central é o campo no qual o avaliador descreve toda a informação relacionada ao critério sob análise. Informações coletadas em literatura especializada ou dados prospectivos devem ser a fonte de dados científicos a serem inseridos para realizar a análise *ex-ante* ou a elucidação do cenário de desenvolvimento da inovação tecnológica. Resultados experimentais, da aplicação ou comercialização da inovação devem ser utilizados como base para a avaliação *ex-post*, ou seja, para a atribuição dos pesos. Esses dados coletados devem ser inseridos na coluna central da planilha para garantir a acuidade e justificativa dos resultados obtidos. Esses dados podem ser recuperados nos resultados da metodologia no formato de ‘relatório descritivo’ da avaliação.

## V - Matriz de Impacto: Índice de Impacto Geral

Esta ferramenta consiste na estrutura para observação do impacto potencial e do cenário prospectivo para introdução da tecnologia, na análise *ex-ante*. Na avaliação *ex-post*, que necessita do Índice de Significância e de todos os indicadores avaliados para gerar o Índice de Magnitude, ambos índices são confrontados para a elaboração do resultado final no formato da matriz de impacto (Figuras 14 e 15).

Após a identificação do escopo de aplicação da tecnologia, caracterização da inovação, avaliação do impacto e análise da significância dos efeitos relacionados, tem lugar a última etapa do processo de avaliação de impacto - a elaboração das medidas para o gerenciamento do impacto, por meio de sugestões de ações preventivas ou corretivas necessárias para garantir o uso seguro da biotecnologia para agricultura. O resultado da avaliação e a recomendação do gerenciamento necessário do impacto com vistas a mitigar efeitos negativos são apresentados na Matriz de Impacto.

A Matriz (Figuras 14 e 15) é construída com dois eixos. No eixo “x” são apresentadas as classes do Índice de Magnitude - desempenho dos indicadores - e no eixo “y” são apresentadas as classes do Índice de Significância - análise prospectiva. É indicado na matriz o ‘Valor do Impacto Geral’, que consiste no resultado final da avaliação de todos os indicadores nas diversas dimensões. Para complementar a avaliação, os resultados do Índice de Magnitude e do Índice de Significância para cada dimensão são apresentados na matriz de acordo com o resultado da sua avaliação - os pontos são apresentados usando letras para representar cada dimensão.

O valor final do desempenho de cada dimensão é o resultado da somatória dos valores de todos os indicadores dentro da dimensão avaliada. A ilustração desse resultado da avaliação por dimensão - apresentando as letras como um código - permite a elaboração de uma lista de recomendação com a finalidade de potencializar o impacto positivo da inovação para cada dimensão. Essa medida favorece a primeira premissa deste sistema: as dimensões devem ser consideradas igualmente importantes e por isto medidas corretivas devem ser tomadas para diminuir as distorções dos impactos entre elas.

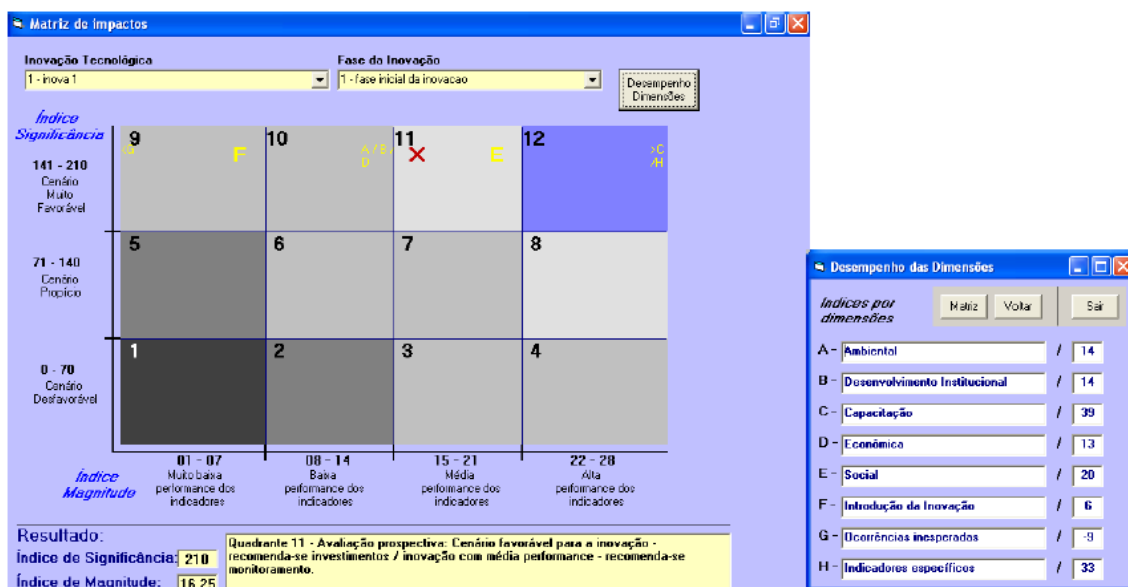
O *software* INOVA-tec System calcula automaticamente os pesos dos Índices de Significância e de Magnitude e apresenta o resultado na matriz de impacto. Esta ferramenta indica se o cenário está favorável ou não para a liberação da inovação no ambiente e no mercado,

além de indicar o desempenho dos indicadores. Desta maneira, é possível obter como resposta a viabilidade e potencial de sustentabilidade da inovação.

<b>Índice de Significância</b>	141-10 Cenário Muito Favorável	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
	71-140 Cenário Propício	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
	0-71 Cenário Desfavorável	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
		01-07	08-14	15-21	22-28
		Muito baixo Desempenho dos Indicadores	Baixo desempenho dos Indicadores	Médio desempenho dos Indicadores	Alto Desempenho dos Indicadores
<b>Índice de Magnitude</b>					

**Figura 14** – Matriz de impacto

**Fonte:** Jesus-Hitzszhky (2011).



**Figura 15** – Matriz de avaliação

**Fonte:** Jesus-Hitzszhky (2011).

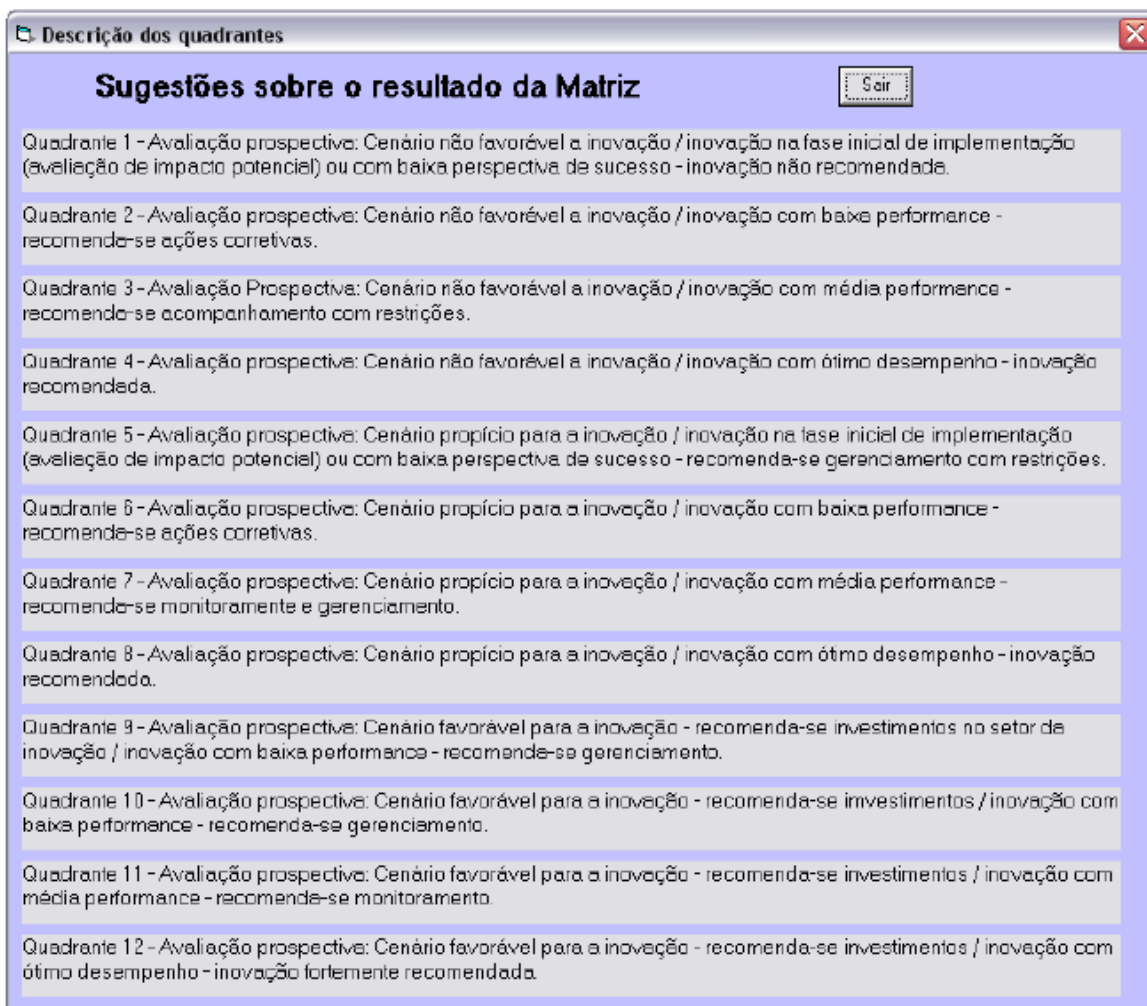


O Desempenho da inovação tecnológica avaliado é classificado da seguinte maneira:

- (1) Avaliação prospectiva: cenário desfavorável à inovação / inovação na fase inicial de implementação (avaliação de impacto potencial) ou com baixa perspectiva de sucesso - *inovação não recomendada*.
- (2) Avaliação prospectiva: cenário desfavorável à inovação / inovação com baixo desempenho - *recomenda-se ações corretivas*.
- (3) Avaliação prospectiva: cenário desfavorável à inovação / inovação com médio desempenho - *recomenda-se acompanhamento com restrições*.
- (4) Avaliação prospectiva: cenário desfavorável à inovação / inovação com ótimo desempenho - *inovação recomendada*.
- (5) Avaliação prospectiva: cenário propício para a inovação / inovação na fase inicial de implementação (avaliação de impacto potencial) ou com baixa perspectiva de sucesso - *gerenciamento recomendado com restrições*.
- (6) Avaliação prospectiva: cenário propício para a inovação / inovação com baixo desempenho - *recomenda-se ações corretivas*.
- (7) Avaliação prospectiva: cenário propício para a inovação / inovação com médio desempenho - *monitoramento e gerenciamento recomendado*.
- (8) Avaliação prospectiva: cenário propício para a inovação / inovação com ótimo desempenho - *inovação recomendada*.
- (9) Avaliação prospectiva: cenário favorável para a inovação - *recomenda-se investimentos no setor da inovação / inovação com baixo desempenho - gerenciamento recomendado*.
- (10) Avaliação prospectiva: cenário favorável para a inovação - *recomenda-se investimentos / inovação com baixo desempenho - gerenciamento recomendado*.
- (11) Avaliação prospectiva: cenário favorável para a inovação - *recomenda-se investimentos / inovação com médio desempenho - monitoramento recomendado*.
- (12) Avaliação prospectiva: cenário favorável para a inovação - *recomenda-se investimentos / inovação com ótimo desempenho - inovação fortemente recomendada*.

## VI - Formato Digital – Introdução do *Software* Inova-tec System (v. 2.0)

O *software* Inova-tec System v. 2.0 é o formato eletrônico para apresentação das planilhas criadas a partir do *Microsoft Visual Basic* v. 6.0 e pode ser acessado no site da Embrapa Meio Ambiente. No *software*, as três ferramentas são interligadas e dessa maneira o usuário pode preencher as planilhas e automaticamente observar o resultado na Matriz (Figura 15), no formato de tabelas, gráficos e como um relatório conclusivo. A partir dos resultados obtidos são feitas as recomendações do gerenciamento (Figura 16) da biotecnologia agrícola ou, em casos extremos de impactos muito negativos, aponta a necessidade de interromper o processo, baseando-se no conceito de sustentabilidade.



**Figura 16** – Lista de recomendação para o gerenciamento do impacto

**Fonte:** Jesus-Hitzszhky (2011).

## Resultados

Com o emprego do *software* INOVA-tec System é possível atribuir os pesos aos fatores de moderação para os indicadores dentro das planilhas e os resultados dos índices - Significância e Magnitude - são calculados e apresentados, automaticamente, na Matriz de Avaliação. Esses resultados devem ser apresentados no formato de tabelas, matriz, gráficos e do relatório conclusivo.

A etapa seguinte envolve a compilação e análise dos resultados a partir dos dados apresentados na matriz e nas planilhas. Cada dimensão codificada com uma letra do alfabeto é apresentada na matriz com o objetivo de recomendar medidas de manejo de acordo com o nível do impacto apurado. O manejo do impacto deve considerar todas as informações descritas nas planilhas, assim como as especificidades da inovação tecnológica, a atividade sob avaliação e o cenário da inovação. De modo geral, a integração dos dados fornece a estrutura principal para o embasamento do gerenciamento do impacto.

Com a finalidade de potencializar o impacto positivo da inovação nas diversas dimensões o código que retrata cada dimensão é apresentado na faixa da matriz condizente com o seu desempenho. O formato visual e ilustrativo com que os dados são apresentados facilita a sugestão de medidas corretivas para a sua otimização dos recursos investidos ou mitigação dos impactos negativos. Dessa maneira, para uma adequada avaliação o usuário precisa elaborar a sua lista de recomendações específica para a inovação sob análise.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

De acordo com Richardson (1999), Vergara (2003), Godoy (2006) e Yin (2005), esta pesquisa tem abordagem indutiva, compreendendo a observação de fenômenos, a descoberta de relações e a generalização das relações; é qualitativa quanto a natureza e de casos múltiplos segundo o objeto de pesquisa; explicativa quanto ao objetivo analítico do fenômeno, pois pretende identificar fatores determinantes para o desencadeamento dos eventos.

A etapa preparatória consistiu na determinação das empresas pesquisadas a partir das suas representatividades na indústria, da disponibilidade de informações e, principalmente, do interesse em participarem da pesquisa. O caráter qualitativo pressupôs o levantamento de dados primários mediante visitas às empresas selecionadas e a realização de entrevistas semiestruturadas, e dados secundários obtidos por pesquisa bibliográfica, consulta à base de dados do Pró-Estratégia e análise documental.

#### 3.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

As principais diferenças do conhecimento científico em relação ao conhecimento popular dizem respeito à forma e neutralidade como são apresentados, ao ferramental utilizado e a aplicação de uma metodologia que permita sua construção. Além disso, conforme os objetivos que se pretenda alcançar, ou seja, a partir das respostas a serem encontradas, o pesquisador deverá escolher qual metodologia será aplicada em sua pesquisa (Godoy, 2006).

O pressuposto central deste estudo é de que o impacto das ecoinovações pode ser avaliado com mais objetividade, abrangência e de forma sistêmica, podendo ser explicado pelos resultados obtidos da aplicação de um modelo tecnicamente adequado para esse propósito e servir como base para que outras organizações do agronegócio coloquem em prática a ecoinovação.

Kerlinger (1979) afirmou que o avanço no estado da arte se dá quando surgem novos conhecimentos sobre determinada área, frutos da pesquisa científica. Nesse sentido, considerando que as teses de doutorado demandam elevado rigor metodológico para que seus resultados tenham validade científica e, com isso, possam contribuir com novos conhecimentos –

ineditismo-, a verificação e explicação do pressuposto central descrito pela aplicação de um modelo adaptado a partir do INOVA-tec System expressam o principal desafio desta pesquisa.

Portanto, para atender aos objetivos propostos, o estudo de caso foi escolhido como metodologia de trabalho, sendo aplicado em quatro empresas, das quais três representantes da agroindústria de fecularia do Estado do Paraná e a consultoria Planotec, responsável pela introdução da tecnologia de biodigestores no segmento das fecularias.

Yin (2005) afirmou que o estudo de caso contribui de forma especial para a compreensão dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais e políticos, sendo uma estratégia comum de pesquisa na psicologia, sociologia, ciência política, administração, no trabalho social e no planejamento administrativo e econômico. Para o autor, em todas essas situações a necessidade do estudo de caso surge do desejo de se compreender fenômenos sociais complexos e contemporâneos, pois este método de pesquisa permite uma investigação profunda em que se preservam as características holísticas e significativas dos eventos da vida real especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidos.

O estudo de caso pode ser utilizado para atingir diversas metas: conseguir descrição, testar ou gerar teorias, apontar a presença de paradigmas, além dos casos poderem ser escolhidos com o intuito de replicar estudos anteriores ou ampliar uma teoria emergente, ou para completar categorias teóricas e exemplificar polos opostos. O essencial é o recorte adequado e pontual do problema, a coleta sistemática e confiável de dados, e a análise racional das informações (Eisenhardt, 1989).

Por conta do rigor metodológico necessário e alinhado com os objetivos propostos neste estudo, serão adotados os procedimentos metodológicos definidos por Eisenhardt (1989) para a construção de teorias e modelos conceituais genéricos tendo como base estudos de caso, a saber: estruturação detalhada do processo de construção do estudo; uso de múltiplas fontes para a coleta dos dados e sua interação com os constructos teóricos estudados visando obter a maior validade possível para a pesquisa; buscar generalização e a profundidade.

Outras características fundamentais dos estudos de casos são destacadas pela autora: a definição do problema e a validação do constructo teórico se assemelham bastante com as pesquisas do tipo teste de hipóteses; e a possibilidade/liberdade do pesquisador em fazer ajustes durante a coleta de dados para agregar temas novos e/ou aproveitar oportunidades emergentes que contribuam no resultado do estudo, sem perder de vista a sistematização do seu trabalho.

### 3.2 ÂMBITO DA PESQUISA

Compreendeu a empresa de consultoria responsável pelo desenvolvimento da tecnologia de biodigestores que foi estudada, e as indústrias processadoras de mandioca associadas à Associação Brasileira do Produtores de Amidos de Mandioca (ABAM) e ao Sindicato das Indústrias Produtoras de Mandioca do Paraná (SIMP).

A ABAM é uma entidade, sem fins lucrativos, criada no Estado do Paraná em 1991, com o objetivo de contribuir para o desenvolvimento e economia regionais, promovendo a cooperação das indústrias brasileiras desse segmento. Ao longo de sua história, a ABAM trabalhou para promover estudos e parcerias tecnológicas, visando estimular o desenvolvimento do setor. As empresas associadas estão situadas nos estados do Mato Grosso do Sul, Paraná e São Paulo, conforme dados do *site* da associação (ABAM, 2013).

Com o intuito de atingir um número maior de indústrias, também foram selecionadas indústrias não participantes da ABAM, desde que filiadas ao SIMP. Após identificar as indústrias processadoras de mandioca, sendo no total 50 indústrias - incluindo amidoarias, farinheiras e fecularias -, esse foi definido como o universo desta pesquisa. Justifica-se a delimitação da amostra, considerando a representatividade do Estado do Paraná em relação à produção nacional.

A Figura 17 demonstra o universo pesquisado.

<b>Indústrias Associadas a ABAM – Associação Brasileira do Produtores de Amidos de Mandioca</b>			
	Razão Social e/ou Nome Fantasia	UF	Município
1	Amafil Indústria e Comércio de Alimentos Ltda	PR	São Lourenço
2	Amidos Pasquini – J.A. Pasquini e Cia Ltda	PR	Nova Esperança
3	Amidos Bankhardt	PR	Paranavaí
4	Amidos Yamakawa – Agroindustrial e Comercial Indy Ltda.	PR	Amaporã
5	Amifec Alimentos Ltda	PR	Nova Londrina
6	Amitec Indústria e Comércio de Amidos Ltda.	PR	Goioerê
7	C.Vale – Cooperativa Agroindustrial	PR	Palotina
8	CM3 Cooperativa Agroindustrial	PR	Paranavaí
9	Copagra – Coop. Agroindustrial do Noroeste Paranaense	PR	Nova Londrina
10	DSI – Dutch Starches International do Brasil Amidos Ltda	PR	Guaíra
11	Farinha Nossa – Schuelter & Meurer Ltda	PR	Planaltina
12	Farinheira São José – J.C. Oliveira e Filhos Ltda.	PR	Cianorte
13	Fecularia Lopes	PR	Nova Londrina

14	Horizonte Amidos – Agrícola Horizonte Ltda.	PR	Mal. C. Rondon
15	Incol – Indústria e Comércio de Fécula Olinda Ltda.	PR	Nova Londrina
16	Inpal S.A. Indústrias Químicas	PR	São Tomé
17	Indemil Indústria e Comércio Ltda.	PR	Paranavaí
18	LAR – Cooperativa Agroindustrial LAR	PR	Missal
19	Pilão Amidos Ltda.	PR	Guaíra
20	Pinduca Indústria Alimentícia Ltda.	PR	Araruna
21	Podium Alimentos – Comercial Agrícola Anhumai Ltda.	PR	Paranavaí
22	Yoki Alimentos	PR	Paranavaí
23	Zadimel Ind. E Com. De Alimentos Ltda – Zadimel	PR	Toledo
<b>Indústrias Associadas ao SIMP – Sindicato das Indústrias de Mandioca do Paraná</b>			
24	Agroçales – Agroindústria e Com. de Alimentos JV Ltda.	PR	Tapejara
25	Agro Pecuária Entre Rios Ltda.	PR	Cidade Gaúcha
26	Amidornorte Indústria de Alimentos Ltda.	PR	Cianorte
27	Agroindustrial Paranense de Polvilho Ltda.	PR	Paranavaí
28	Barra Velha Indústria de Derivados de Mandioca	PR	Rondon
29	Indústria Agrocomercial Cassava S/A	PR	Paranavaí
30	Devechi Indústria e Comércio de Alimentos Ltda.	PR	Tapira
31	Farinheira Farinha Branca	PR	Planaltina do Paraná
32	Farinheira Farinha do Norte	PR	Douradina
33	Farinheira Jurema	PR	Amaporã
34	Farinheira Pioneira	PR	Paranavaí
35	Farinheira Uniflor	PR	Uniflor
36	Farinheira Centenário	PR	Paranavaí
37	Farinheira Estrela do Norte	PR	Amaporã
38	Farinheira Dois Irmãos	PR	Paranavaí
39	Farinheira Mandelícia	PR	Paranavaí
40	Farinheira Ortiz	PR	Alto Paraná
41	Farinheira S.A Viana & Cia Ltda.	PR	Paranavaí
42	Fecularia Loanda	PR	Loanda
43	Helce Indústria de Produtos Alimentícios Ltda.	PR	Araruna
44	Jopllan – Indústria e Comércio de Alimentos Ltda.	PR	Santa Mônica
45	LS Agroindustrial	PR	Pato Bragado
46	Indústria e Comércio de Farinha de Mandioca Catarina	PR	Terra Rica
47	MCR Alimentos Ltda.	PR	Mercedes
48	Nerial Indústria e Comércio de Alimentos Ltda.	PR	Cianorte
49	Prontas Produtos Alimentícios Ltda.	PR	Paranavaí
50	Pirão Agroindústria da Mandioca Ltda.	PR	Paranavaí

**Figura 17** – Relação das indústrias universo da pesquisa

**Fonte:** Base de dados do Projeto Pró-Estratégia.

Foi necessária uma restrição quanto ao número de agroindústrias, optando-se por uma amostragem **não-probabilística** - quando não é possível especificar as chances que cada elemento possui de ser escolhido - e **intencional** - quando o pesquisador, por um bom julgamento e estratégia adequados, escolhe os casos que acredita necessários ou possíveis para a amostra, atender às suas necessidades de pesquisa, usualmente definidos como típicos e comuns a uma determinada população (Selltiz, 1974).

Após consulta junto as empresas que atendiam aos requisitos da pesquisa, a escolha dos casos estudados levou em consideração somente a confirmação de interesse, das mesmas, em participar da pesquisa.

De acordo com o relatório divulgado pelo CEPEA-ESALQ (2013) sobre dados comparativos de 2010 e 2011, o Paraná continuou sendo o principal produtor brasileiro de fécula de mandioca em 2011, gerando 70,5% do total.

Dessa forma, as empresas que participaram desta pesquisa foram definidas com base nos seguintes critérios: [i] a indústria deve possuir biodigestor anaeróbio em funcionamento; [ii] estar localizada no Estado do Paraná devido a sua representatividade no setor; [iii] concordar em participar do projeto, concordando e disponibilizando informações e visitas para a realização da pesquisa.

Nessa definição houve a participação da empresa Planotec Assessoria Agrônômica e Planejamento, responsável por manter contato com todos os seus clientes que possuem implantada a tecnologia de biodigestores, convidando-os a participar da pesquisa. A partir desse contato pessoal, foram apresentados os benefícios que o projeto poderia gerar na construção de conhecimentos sobre a tecnologia de biodigestores aplicada na indústria processadora de mandioca. Esclareceu-se que não haveria nenhum custo para as indústrias, por se tratar de um projeto financiado pelo governo federal, ou seja, pela CAPES.

Diante do exposto, três indústrias aceitaram participar do projeto, configurando a amostra final para coleta, tratamento e análise de dados.

### 3.3 PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS

No início de 2012 buscou-se no *site* da CAPES editais disponíveis que possuíssem recursos financeiros e de incentivo à realização de um projeto para estender e ampliar a pesquisa



a campo. O projeto, então, foi inscrito no Edital do Programa de Apoio ao Ensino e à Pesquisa Científica e Tecnológica em Assuntos Estratégicos de Interesse Nacional - Pró-Estratégia - via endereço eletrônico (CAPES, 2013). Em julho do mesmo ano o projeto foi aprovado pela CAPES, sendo formada uma equipe de pesquisadores e conduzido em consonância com os temas centrais das pesquisas de cada mestrando e doutorando.

Os recursos para início do projeto foram liberados em Janeiro de 2013, sendo utilizados em missões de pesquisa, para custear despesas de locação de equipamentos e compra de material de uso e consumo, para as análises de campo e análises laboratoriais necessárias para constituir a base de dados do projeto como um todo.

A coleta dos dados iniciou-se pela *internet* a partir de uma pesquisa exploratória no *website* da ABAM, especificamente na opção 'lista de associados'. No endereço eletrônico mencionado, há uma divisão entre indústrias de máquinas e equipamentos e indústrias de amido, farinha e fécula - fecularias. Optou-se, pelas indústrias de amido, farinha e fécula, considerando o caráter daecoinovação, especialmente ao que se refere a avaliação dos resultados de biodigestores anaeróbios. A partir desse levantamento, foi possível organizar e classificar por Unidade Federativa (UF) todas as indústrias do segmento associadas à ABAM, conforme já demonstrado na Figura 17, ampliando-se a população para as indústrias associadas ao SIMP. Após os contatos realizados com as empresas para viabilizar as pesquisas de campo, chegou-se às três fecularias que se dispuseram e nas quais os dados foram coletados.

A medida em que o projeto se desenvolvia no âmbito de cada pesquisa - dissertações, artigos científicos e desta tese - foram acontecendo visitas para acompanhamento *in loco*, observações do grupo de pesquisadores e coleta dos dados primários desta pesquisa que foram originados de entrevistas semiestruturadas iniciadas no segundo semestre de 2013 e finalizadas em abril de 2015, compostas por questões formuladas na forma de um roteiro, permitindo flexibilidade e agregação de fatores eventualmente não contemplados inicialmente e, principalmente, para definição e aplicação dos indicadores selecionados para alimentação do Modelo INOVA-tec System Modificado, conforme detalhado mais adiante.

De acordo com Richardson (1999) o modelo de entrevistas semiestruturado é utilizado para descobrir que aspectos de determinado experimento produzem mudanças, trazendo as informações requeridas e relevantes ao estudo, de acordo com o entendimento dos entrevistados.

As entrevistas foram realizadas com os responsáveis pelo projeto na Planotec - Sr<sup>a</sup> Kharolyn e Sr. Eduardo - e com os gestores de funções diretamente ligadas a inovações em sustentabilidade ambiental escolhidos em função do seu envolvimento direto com a implantação da tecnologia de biodigestores. Uma das características comuns entre as empresas estudadas é a simplicidade da estrutura organizacional, com poucas áreas e níveis hierárquicos, fazendo com que os entrevistados fossem, invariavelmente, o diretor/gerente industrial ou um dos proprietários.

Os dados secundários serviram para a contextualização e para a fundamentação teórica do tema, e foram obtidos por pesquisa exploratória de natureza bibliográfica, documental e base de dados do Pró-Estratégia.

Creswell (2010) esclareceu que as pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, proporcionar visão geral, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores.

De acordo com Godoy (2006, p.61-64) a pesquisa bibliográfica, ou de fontes secundárias, consiste no esforço do pesquisador em realizar um levantamento bibliográfico sobre o tema a ser investigado, “[...] sendo desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e trabalhos científicos”. Todo e qualquer tipo de pesquisa necessita dessa etapa para fortalecer o conhecimento sobre o tema de investigação. Esse levantamento bibliográfico pode ser tanto de fontes escritas, como jornais, revistas, livros, artigos e teses, como de fontes orais: rádio, filmes, programas de televisão, vídeos documentados e conferências.

A pesquisa documental fundamenta-se em material que deve receber um tratamento analítico, tais como documentos e bases de dados oficiais de órgãos governamentais, de pesquisa entidades de classe, reportagens especializadas e relatórios/documentos internos das empresas dentre outros. As maiores dificuldades na utilização da pesquisa documental dizem respeito à característica de que muitos documentos não foram produzidos com o propósito de fornecer informação ou, ainda, por não constituírem amostras representativas (Creswell, 2010).

Para o aprofundamento das análises de dados foram observadas as recomendações de Miles e Huberman (1994) para que, na medida em que os dados vão sendo levantados, a análise ocorra concomitantemente, mesmo que ainda seja uma análise superficial, para identificar necessidades de aprofundamento e de complementação com novos dados, além de permitir que os primeiros relatórios interpretativos sejam produzidos pelo pesquisador. Segundo os autores, é

comum que os dados iniciais ainda não representem a essência do fenômeno estudado, e se não houver o aprofundamento - idas e vindas - a qualidade e/ou o prazo de desenvolvimento do estudo podem ser comprometidos.

Tudo aquilo que foi coletado, tais como anotações, observações, gravações, fotos, filmagens, conversas etc., deve ser transcrito/codificado, pois é uma fonte adicional para o entendimento e o reforço dos dados brutos.

Os procedimentos definidos por Yin (2005) também foram aplicados nesta etapa do estudo, a saber:

1. Cada relatório de entrevista foi analisado e comparado em relação a outros entrevistados, salientando-se pontos convergentes e divergentes;
2. Com o mesmo propósito e também para que fossem identificadas peculiaridades relevantes ao estudo, os relatórios finais de cada empresa foram analisados entre si;
3. A análise dos dados também foi efetuada por meio do cruzamento das informações coletadas nas fontes de evidência propostas com as implicações teóricas estudadas, visando verificar o atendimento dos objetivos do trabalho, acrescida dos dados secundários;
4. Após analisados, os relatórios do estudo de caso serviram de base principal para o tratamento dos dados, análises, conclusões e recomendações.

### 3.4 PROTOCOLO DO ESTUDO MULTICASOS

A produção acadêmica deve passar, necessariamente, por um rigoroso protocolo de pesquisa em que o pesquisador justifica a sua escolha teórico-metodológica, bem como esclarece o processo de coleta e interpretação dos resultados de dados.

Segundo Yin (2005), há quatro testes comuns a todos os métodos de ciências sociais: construir validade, possuir validade interna, possuir validade externa e apresentar confiabilidade.

O protocolo é uma das principais táticas para aumentar a confiabilidade da pesquisa de estudo de caso e destina-se a orientar o pesquisador para a coleta de dados. Trata-se de um modelo preliminar que servirá de base tanto para determinar os vieses iniciais e os esforços necessários para eliminá-los quanto para o desenho do projeto de pesquisa. Segundo o autor, o protocolo para o estudo de caso é mais do que um instrumento: ele o contém.

Entretanto, um protocolo também contém os procedimentos e as regras gerais que serão seguidas. Possuir tal protocolo é algo desejável em qualquer circunstância, mas essencial em se tratando de um estudo de caso (Yin, 2005). Para o autor, o protocolo constitui uma das principais táticas para aumentar a confiabilidade da pesquisa de estudo de caso, além de orientar o pesquisador ao realizar a coleta de dados, devendo ter como linhas mestras:

- Visão geral do projeto do estudo de caso: incluir as informações prévias sobre o projeto, as questões substantivas estudadas e as leituras relevantes sobre tais questões. Uma boa visão geral mostrará ao leitor familiarizado com o tópico geral da investigação, qual o objetivo do estudo de caso e o cenário em que ele ocorrerá;
- Procedimentos de campo: explícitos e bem planejados, devem abranger as diretrizes da coleta de dados, tendo como principais tarefas: obtenção de acesso a organizações ou a entrevistados chave; possuir recursos suficientes enquanto estiver em campo; desenvolver um procedimento para, se necessário, pedir ajuda e orientação de pesquisadores ou colegas de outros estudos de caso; estabelecer uma agenda clara das atividades de coleta de dados, com períodos especificados de tempo para serem concluídas; preparar-se para acontecimentos inesperados, incluindo mudanças na disponibilidade dos entrevistados;
- Conjunto de questões substantivas: o reflexo da linha real de investigação é o ponto central do protocolo do estudo de caso, devendo possuir como características principais: [i] orientação geral das questões - na verdade, feita ao pesquisador e não ao entrevistado -, tratando-se, de certa forma, de lembretes a serem utilizados sobre as informações que precisam ser coletadas e o motivo para coletá-las, tendo em mente que o objetivo principal das questões é manter o pesquisador na pista certa à medida que a coleta avança; [ii] as questões no protocolo do estudo de caso devem retratar o conjunto inteiro de interesses a partir do projeto inicial;
- Guia para o relatório de um estudo de caso: não se trata, absolutamente, de uma fórmula estereotipada, mas, sim, uma tentativa de conduzir as constatações da coleta de dados e resultados para a conclusão, devendo ser obedecidas as seguintes etapas: [i] identificar o público almejado para o relatório; [ii] desenvolver uma estrutura de composição; [iii] adotar procedimentos de registro.

Com base nessas linhas mestras apresentadas por Yin (2005), foi adotado o seguinte protocolo de estudo de caso:

### **Procedimentos de Campo**

1. Pedido de entrevista com o responsável pela implantação e acompanhamento da tecnologia de biodigestores nas feculárias;
2. Carta de apresentação esclarecendo os objetivos do trabalho, emitida pelo Professor Orientador e pelo Pesquisador;
3. Confirmação da Instituição de Ensino à qual o pesquisador está ligado, atestando sua regularidade como doutorando;
4. Solicitação de acesso a documentos e registros, além de contatos complementares quando se fizeram necessários;
5. Com anuência do entrevistado, as entrevistas foram gravadas e os comentários/observações resultantes foram anotados na sequência.
6. Após cada entrevista, os resultados da interpretação foram validados pelo entrevistado;
7. Foi elaborada uma agenda de entrevistas que comportasse o volume de informações necessário, a fim de otimizar a realização de novas entrevistas;
8. As visitas às empresas para levantamento e/ou confirmação de dados, inclusive por observação, foram agendadas com a ajuda da equipe da Planotec;
9. A fim de evitar vieses, as entrevistas obedeceram a estrutura deste protocolo.

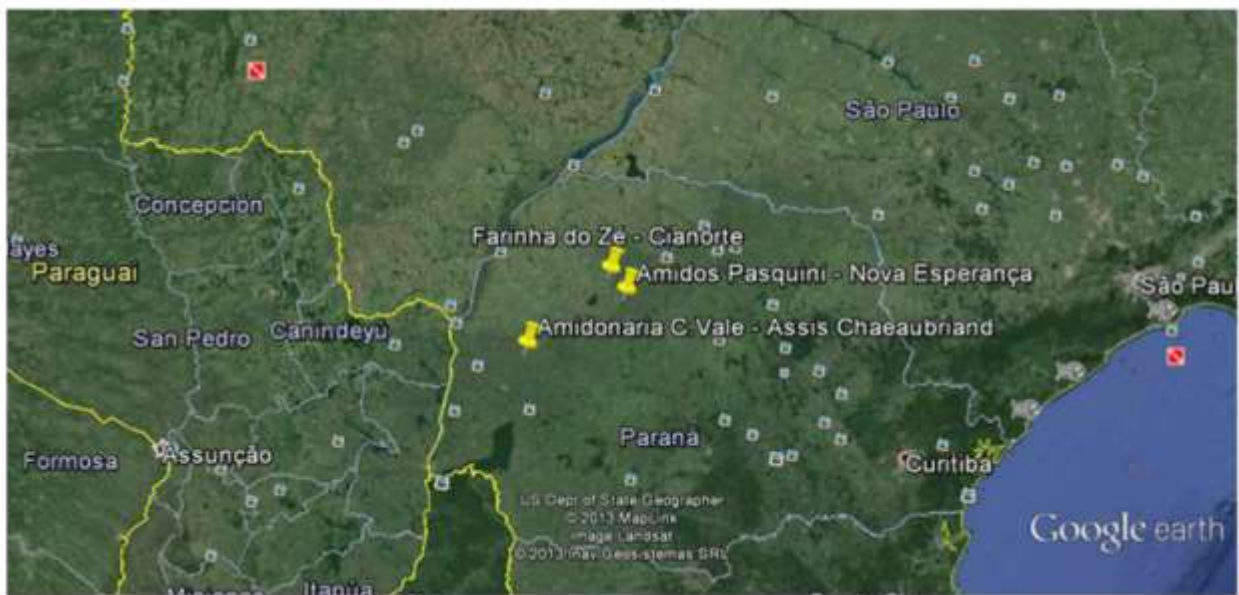
### **Questões de Pesquisas e Fontes de Evidência**

1. Identificação da unidade de coleta de dados - indivíduo - e das informações necessárias, esclarecendo com profundidade seus “por que”, “como”, “quando”, “para que”, e “quem”;
2. Definição das informações necessárias para alimentação do modelo INOVA-tec System Modificado, seguindo a documentação e as telas de entrada de dados do referido sistema;
3. A partir das informações necessárias - item 2 acima - foi elaborado um roteiro semiestruturado de entrevista que norteou o pesquisador, buscando sempre qualidade e profundidade nas respostas, com possibilidade de incluir ou suprimir questões ou outros aspectos relevantes que surgiram ou que não tenham sido previstos, mantendo-se o foco no problema de pesquisa e nos seus objetivos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS ESTUDADAS

Conforme destacado nos pontos em amarelo da Figura 18, as três fecularias que participaram deste estudo localizam-se nas regiões oeste e noroeste do Estado do Paraná. Suas principais características e também da Planotec Biodigestores são descritas na sequência, considerando-se o problema estudado nesta pesquisa.



**Figura 18** – Localização das fecularias

**Fonte:** Google Maps (2014).

#### **Amidonaria C. Vale – Unidade Assis Chateaubriand – PR**

A empresa integra um expressivo conglomerado de agroindústrias, organizado na forma de uma cooperativa de produtores, que atua nos estados do Paraná, Santa Catarina, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e também com unidades no Paraguai. Com 50 anos de existência, o grupo

possui 106 unidades de negócios, quase 14 mil associados e 5.600 empregados. No seu portfólio de produtos destacam-se frangos, suínos, soja, milho, trigo, mandioca e leite (C. Vale, 2013).

A unidade pesquisada (Assis Chateaubriand) tem uma estrutura organizacional simples e atende, exclusivamente, indústrias de papel produzindo amido modificado a partir da fécula de mandioca. Seu parque industrial é moderno, planejado para uma produção otimizada e enxuta e com muitos pontos de coleta, reciclagem, reuso e reaproveitamento de resíduos e materiais produtivos. Sua produção média diária é de 70 toneladas de fécula, consumindo 400 toneladas/dia de mandioca.

A empresa foi a primeira a instalar o sistema de biodigestor da Planotec (agosto de 2011) e, por isso, em agosto de 2013 foi contemplada pela revista *Expressão* com o *Prêmio Expressão*, reconhecendo à sua contribuição em prol da sustentabilidade.

Possui uma parceria formal de cooperação técnica com o Parque Tecnológico de Itaipu (PTI), que pertence à Itaipu Binacional, tendo sido definido que, quinzenalmente, técnicos especializados do PTI visitem a C. Vale para monitorar a qualidade do biogás produzido pelo biodigestor instalado na empresa, possibilitando tanto atividades de pesquisa e aprimoramento de tecnologia quanto mudanças na própria gestão (C. Vale, 2013).

Durante as entrevistas na unidade pesquisada os gestores enfatizavam que a empresa atua de forma orientada para “as boas práticas da sustentabilidade”, mesmo não possuindo um sistema formal de gestão ambiental.

### **Amidos Pasquini – Cianorte – PR**

Fundada em 1990 e com uma estrutura administrativa familiar, iniciou suas atividades produzindo farinha de mandioca para fins alimentícios. A partir de 2001, passou a produzir a fécula de mandioca *in natura* principalmente para a indústria alimentícia, de papel e têxtil, produzindo, em média, 80 toneladas/dia de fécula e consumindo 265 toneladas/dia de mandioca.

O sistema de biodigestor foi instalado em setembro de 2012 com poucas adaptações ao projeto original da Planotec e, depois de um ano de funcionamento, adquiriu uma nova caldeira desenvolvida para o uso do biogás produzido na fase de biodigestão dos efluentes, representando um aumento estimado de 45% na sua capacidade produtiva.

A empresa estima que os benefícios ambientais que a tecnologia de biodigestores proporciona e a economia financeira decorrente do reaproveitamento do biogás permitirão um retorno sobre o investimento em menos de um ano da sua implantação. A Pasquini também não possui um sistema de gestão ambiental e, pontualmente, contrata consultorias especializadas para atender questões ligadas à legislação.

### **Alimentos do Zé – Nova Esperança – PR**

Fundada em 1967 e também com uma estrutura administrativa familiar, produz, principalmente, farinha de mandioca, polvilho e fécula não industrializada. A produção média diária é de 53 toneladas de farinha, 5 de polvilho e 1,5 de fécula, o que representa um consumo de 200 toneladas/dia de mandioca.

A família atua em outras atividades do agronegócio mantendo ao redor da indústria plantações de eucalipto para produção de lenha, pasto para criação de gado e campos para cultivo de mandioca - no início a produção de farinha era limitada à sua colheita da matéria-prima, mas hoje a maior parte é comprada de fornecedores.

O sistema de biodigestor foi instalado em maio de 2013 e entre os benefícios diretos percebidos pelos gestores, além dos ambientais, estão a comercialização da lenha economizada a partir da utilização do biogás e a utilização dos efluentes tratados - referindo-se aqui à tecnologia de biodigestores - para irrigação do pasto e dos campos de cultivo de mandioca.

Assim como as demais, também não possui um sistema de gestão ambiental, mas nos últimos anos passou a ter certa preocupação em poupar recursos, principalmente por motivos econômicos.

### **Planotec Biodigestores**

Localizada na cidade de Marechal Cândido Rondon no Estado do Paraná, a empresa foi fundada em 2011 a partir do programa de incubação empresarial do Parque Tecnológico de Itaipu, desenvolvendo projetos de adequação ambiental em propriedades rurais e industriais.

O interesse por projetos ambientais se intensificou quando o engenheiro agrônomo Eduardo Ferreira, um dos sócios da Planotec, desenvolveu sua monografia de conclusão de curso



com o tema ‘biofertilizantes a partir efluentes da suinicultura’, sob orientação do Prof. Dr. Armin Feiden, um profundo conhecedor da agroindústria da mandioca.

Posteriormente, entre 2008 e 2010, Eduardo trabalhou na sede da ABENGOA, na Espanha, uma empresa que aplica soluções tecnológicas para o desenvolvimento sustentável nos setores de energia e meio ambiente, tais como geração de eletricidade a partir do sol, produção de biocombustíveis, dessalinização de água do mar e reciclagem de resíduos industriais, quando adquiriu experiência com projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) voltados para o mercado de crédito de carbono.

No final de 2010, de volta ao Brasil, Eduardo Ferreira manifestava seu incômodo com o péssimo odor que havia nos arredores das feculárias devido ao fato das lagoas para tratamento de efluentes serem abertas, permitindo a liberação de gás metano para a atmosfera. Foi quando a ideia de introduzir uma tecnologia que transformasse lagoas anaeróbicas em biodigestores tomou corpo.

O modelo de biodigestor utilizado pela Planotec é de origem chinesa e foi adaptado pela empresa na etapa de ancoragem da lona que, ao invés de ser fixada por alvenaria ou outro método, é enterrada em valas de aproximadamente um metro de profundidade.

A empresa já instalou 24 biodigestores em feculárias e, recentemente, foi procurada por um grande frigorífico e uma usina de açúcar, que manifestaram interesse na implantação do biodigestor.

#### 4.2 DEFINIÇÃO DOS INDICADORES PARA COMPOR O INOVATEC-TEC SYSTEM MODIFICADO

A ecoinovação é considerada um dos pilares estratégicos da União Europeia em resposta aos desafios ambientais e econômicos globais a serem enfrentados nos próximos anos. Por isso, foi criado o *Eco-Innovation Observatory* (EIO), financiado pelo Programa para Competitividade e Inovação da Comissão Europeia para o Ambiente, que tem como objetivo central proporcionar uma fonte integrada de informações sobre ecoinovação para empresas e provedores de serviços de inovação, fornecendo uma sólida base de dados para embasar a concepção de políticas e a tomada de decisões.

A entidade oferece uma série de análises sobre tendências emecoinovação, mercado e segmentação de negócios, para prestadores de serviços de inovação, formuladores de políticas, analistas e pesquisadores, e seus estudos são utilizados para duas importantes iniciativas da União Europeia: o Plano de Ação sobre Tecnologias Ambientais e o programa Europa INNOVA. Sua plataforma permite coletar e analisar uma vasta gama de informações sobre ecoinovação, inclusive indicadores, recolhidas junto aos países membros da União Europeia e também de outras regiões econômicas consideradas chave (EIO, 2015).

No seu formato original, o modelo INOVA-tec System possui 57 indicadores de sustentabilidade divididos em tópicos de análise e agrupados em sete dimensões, conforme descrito nos Anexos 1 a 8.

Analisando-se as explicações de cada indicador, que também estão detalhadas no Documento 86 (EMBRAPA, 2011), e comparando esses indicadores com os indicadores de sustentabilidade sugeridos pelo *Eco-Innovation Observatory* no relatório *Eco-Innovation Scoreboard 2013* (EIO, 2014) chegou-se a um total de 12 indicadores muito similares que foram previamente selecionados para as dimensões ambiental, social e econômica, respectivamente: [i] ambiental: qualidade da água, emissão de poluentes atmosféricos, alteração da demanda por recursos naturais e práticas de manejo ou monitoramento ambiental; [ii] social: influência nas condições de trabalho, diminuição dos postos de trabalho, geração de postos de trabalho e classes sociais beneficiadas pela inovação; [iii] econômica: ganho financeiro decorrente da implantação da inovação, aumento de divisas, perspectiva de mercado e possibilidade de comercialização da inovação.

Para as demais quatro dimensões avaliadas pelo INOVA-tec System, mas não contempladas no relatório *Eco-Innovation Scoreboard 2013* (EIO, 2014), - desenvolvimento institucional, capacitação, introdução da inovação e ocorrências inesperadas -, inicialmente foram mantidos todos seus 29 indicadores originais.

Consoante às recomendações de Malheiros (2002) e Meadows (1998) para que pessoas identificadas ou com o mesmo perfil daqueles que utilizarão a inovação no dia a dia participem na definição dos indicadores a serem utilizados por sistemas de avaliação, facilitando sua aceitação e potencializando a disseminação de inovações sustentáveis, no final de fevereiro de 2015, durante uma das visitas finais às feculárias, esses 29 indicadores foram apresentados aos gestores responsáveis pelo acompanhamento dos biodigestores implantados.

Para dez desses indicadores os entrevistados sugeriram que fosse atribuída a nota “Não Ocorre” por se tratarem de situações para as quais as empresas não dispunham de uma rotina/processo para mensuração, registro e acompanhamento, ou que, na opinião dos entrevistados, “não faziam sentido para uma fecularia”, restando 19 indicadores a serem pesquisados.

Para adaptação do modelo INOVA-tec System aos objetivos da pesquisa e à realidade do setor de fecularias, foram acrescentados quatro indicadores específicos para medir como a gestão ambiental está organizada nessas empresas, formulados a partir do trabalho de Cetrulo et al. (2012), a saber:

- a) Práticas ambientais da *supply chain*: são de grande importância para garantir a sustentabilidade de todo o ciclo produtivo, desde fornecedores até o pós-uso da inovação - logística reversa, se couber;
- b) Relatório de gestão ambiental: existência de um documento formal e periódico que transpareça as políticas e práticas da empresa;
- c) Projetos de crédito de carbono: de grande importância na medida em que potencializam a disseminação da inovação, podendo ser desenvolvidos em parcerias;
- d) Política corporativa para as mudanças climáticas: a existência dessas políticas reforça a inclusão das questões voltadas à sustentabilidade nas estratégias das organizações e nos seus modelos de negócios.

Dessa forma, chegou-se a um total de 35 indicadores - 12+19+4 - que foram pesquisados junto às três fecularias e à Planotec Biodigestores, conforme descrito na Figura 19:

Indicador	Local de Coleta	Valores Possíveis
<b>Dimensão Ambiental</b>		
Qualidade da água (efluentes)	Fecularias	Piora (-1) Inalterada (0) Melhora (1)
Emissão de poluentes atmosféricos (neste caso, CH <sub>4</sub> e CO <sub>2</sub> )	Fecularias	Aumento (-1) Inalterado (0) Diminuição (1)
Alteração da demanda por recursos naturais (queima de lenha)	Fecularias	Aumento (-1) Inalterado (0) Diminuição (1)
Práticas de manejo ou monitoramento ambiental (sistema formal)	Fecularias	Criação (2) Melhoria (1) Não interfere (0) Extinção (-2)
<b>Dimensão Social</b>		
Influência nas condições de trabalho	Fecularias	Melhora (1) Inalterada (0) Piora (-2)
Diminuição dos postos de trabalho	Fecularias	Demissão (-1) Realocação (0)
Geração de postos de trabalho	Fecularias	Ocorre (2) Não ocorre (0)
Classes sociais beneficiadas pela inovação (benefícios diretos aos trabalhadores)	Fecularias	Ocorre (1) Não Ocorre (-1)

<b>Dimensão Econômica</b>		
Ganho financeiro decorrente da implantação da inovação (redução nos custos)	Fecularias	Ocorre (1) Não Ocorre (0)
Aumento de divisas (relativo a comércio internacional)	Planotec	Ocorre (1) Não Ocorre (0)
Perspectiva de mercado	Planotec	Alta (2) Média (1) Baixa (0)
Possibilidade de comercialização da inovação	Planotec	Sim (+1) Não (0)
<b>Dimensão Desenvolvimento Institucional</b>		
Aporte de recursos (para o desenvolvimento da inovação)	Planotec	Possui (1) Não possui (0)
Selo ISO ou outro selo de qualidade	Fecularias	Possui (1) Não possui (0)
Atendimento normativo (legislação)	Fecularias	Atende (1) Não atende (0)
<b>Dimensão Capacitação</b>		
Número de pós-graduandos envolvidos na pesquisa ou no desenvolvimento da inovação	Planotec e PPGA UNINOVE	Atribuir 1 para cada pós-graduando Não há (0)
Treinamentos técnicos (funcionários das fecularias)	Fecularias	Atribuir 1 para até 10% do total de funcionários e 2 quando superior a 10% Não há (0)
Trabalhos acadêmicos e científicos apresentados e/ou publicados associados à inovação	PPGA UNINOVE	Atribuir 1 para cada trabalho em nível nacional e 2 quando internacional Não há (0)
<b>Dimensão Introdução da Inovação</b>		
Tipo de inovação	Planotec	Melhoria incremental (1) Disruptiva (2)
Incubação do negócio	Planotec	Ocorre (1) Não ocorre (0)
Prestação de serviço (pós implantação)	Planotec	Ocorre (1) Não ocorre (0)
Alteração da eficácia da inovação	Planotec	Sem alteração (0) Aumento (1) Diminuição (-1)
Margem de tempo para lançar o produto no mercado (prazo)	Planotec	Curto (2) Médio (1) Longo (0)
Atendimento/criação da demanda	Planotec	Demanda criada (1) Demanda atendida (2)
Impacto na linha de produção (processos)	Fecularias	Ocorre (1) Não ocorre (0)
Necessidade de capacitar a equipe de P&D ou de Produção para poderem desenvolver a inovação ou o produto inovador	Planotec	Treinamento pontual (0) Treinamento contínuo (-1)
<b>Dimensão Ocorrências Inesperadas</b>		
Efeito adverso para o meio ambiente	Fecularias	Ocorre (-1) Não ocorre (0)
Possibilidade de uso indevido da inovação	Planotec	Ocorre (-1) Não ocorre (0)
Danos à saúde humana, fauna ou flora	Fecularias	Ocorre (-1) Não ocorre (0)
Demandas judiciais contra a inovação	Planotec	Ocorre (-1) Não ocorre (0)
Riscos de adoção da tecnologia	Planotec	Alto (-2) Médio (-1) Baixo (0)
<b>Dimensão Indicadores Específicos</b>		
Práticas ambientais da <i>supply chain</i>	Fecularias	Ocorre (1) Não ocorre (-1)
Relatório de gestão ambiental	Fecularias	Possui (1) Não possui (-1)
Projetos de crédito de carbono	Fecularias	Ocorre (1) Não ocorre (-1)
Política corporativa para as mudanças climáticas	Fecularias	Possui (1) Não possui (-1)

**Figura 19** – Indicadores utilizados para alimentação do INOVA-Tec System Modificado

**Fonte:** Desenvolvido pelo autor a partir da revisão bibliográfica e das entrevistas.

Para mensurar o índice de significância daecoinovação ‘tecnologia de biodigestores’, as variáveis de análise foram apresentadas aos entrevistados das feccularias e da Planotec, seguindo o detalhamento descrito na Tabela 2.

**Tabela 2** – Variáveis para cálculo do índice de significância

<b>Extensão</b>	<b>Explicação</b>	<b>Valor do Peso</b>
Pontual	Quando não há expectativa para aplicação da inovação em outros locais/setores	1
Local	Quando há expectativa para aplicação da inovação em outros locais/setores de uma microregião	2
Regional	Quando há expectativa para aplicação da inovação em outros locais/setores de uma macroregião	4
Nacional	Quando há expectativa para aplicação da inovação em outros locais/setores em nível nacional	6
Internacional	Quando há expectativa para aplicação da inovação em outros locais/setores em nível internacional	8
<b>Alcance</b>	<b>Explicação</b>	<b>Valores Possíveis</b>
Meio ambiente	Impacto direto (2 e 3) ou indireto da inovação (1)	1, 2 e 3
Saúde Humana	Impacto direto (2 e 3) ou indireto da inovação (1) = trabalhadores e sociedade	1, 2 e 3
Qualidade do produto	Impacto direto (2 e 3) ou indireto da inovação (1)	1, 2 e 3
Social	Impacto direto (2 e 3) ou indireto da inovação (1) = inclusão social	1, 2 e 3
Econômico	Impacto direto (2 e 3) ou indireto da inovação (1) = resultados	1, 2 e 3
Político	Impacto direto (2 e 3) ou indireto da inovação (1) = legislativo	1, 2 e 3
Legal	Impacto direto (2 e 3) ou indireto da inovação (1) = cumprimento legal	1, 2 e 3
<b>Influência</b>	<b>Explicação</b>	<b>Valores Possíveis</b>
Indireta	Impacto indireto	1
Direta	Impacto direto	2
Nula	Não há impacto	0

**Fonte:** Elaborado pelo autor com base em EMBRAPA (2011).

Após todos os dados terem sido coletados (Figura 20 e Tabela 3) o modelo INOVA-tec System Modificado foi processado e os resultados serão discutidos a seguir.

<b>Indicador</b>	<b>Valores Obtidos</b>
<b>Dimensão Ambiental</b>	
Qualidade da água (efluentes)	Melhora (1)
Emissão de poluentes atmosféricos (neste caso, CH <sub>4</sub> e CO <sub>2</sub> )	Diminuição (1)
Alteração da demanda por recursos naturais (queima de lenha)	Diminuição (1)
Práticas de manejo ou monitoramento ambiental (sistema formal)	Melhoria (1)
<b>Dimensão Social</b>	
Influência nas condições de trabalho	Melhora (1)
Diminuição dos postos de trabalho	Realocação (0)
Geração de postos de trabalho	Não ocorre (0)

Classes sociais beneficiadas pela inovação (possibilidades de geração de empregos)	Ocorre (1)
<b>Dimensão Econômica</b>	
Ganho financeiro decorrente da implantação da inovação (redução nos custos)	Ocorre (1)
Aumento de divisas (via comércio internacional)	Não Ocorre (0)
Perspectiva de mercado	Alta (2)
Possibilidade de comercialização da inovação	Sim (1)
<b>Dimensão Desenvolvimento Institucional</b>	
Aporte de recursos (para o desenvolvimento da inovação)	Possui (1)
Selo ISO ou outro selo de qualidade	Não possui (0)
Atendimento normativo (legislação)	Atende (1)
<b>Dimensão Capacitação</b>	
Número de pós-graduandos envolvidos na pesquisa ou no desenvolvimento da inovação	(5) 1 doutoramento e 4 mestrados
Treinamentos técnicos (funcionários das fecularias)	(1) inferior a 10% do total de funcionários
Trabalhos acadêmicos e científicos apresentados e/ou publicados associados à inovação	(13) nível nacional
<b>Dimensão Introdução da Inovação</b>	
Tipo de inovação	Melhoria incremental (1)
Incubação do negócio	Ocorre (1)
Prestação de serviço (pós implantação)	Ocorre (1)
Alteração da eficácia da inovação	Aumento (1)
Margem de tempo para lançar o produto no mercado (prazo)	Médio (1)
Atendimento/criação da demanda	Demanda atendida (2)
Impacto na linha de produção (processos)	Ocorre (1)
Necessidade de capacitar a equipe de P&D ou de Produção para poderem desenvolver a inovação ou o produto inovador	Treinamento pontual (0)
<b>Dimensão Ocorrências Inesperadas</b>	
Efeito adverso para o meio ambiente	Não ocorre (0)
Possibilidade de uso indevido da inovação	Não ocorre (0)
Danos à saúde humana, fauna ou flora	Não ocorre (0)
Demandas judiciais contra a inovação	Não ocorre (0)
Riscos de adoção da tecnologia	Baixo (0)
<b>Dimensão Indicadores Específicos</b>	
Práticas ambientais da <i>supply chain</i>	Não ocorre (-1)
Relatório de gestão ambiental	Não possui (-1)
Projetos de crédito de carbono	Não existentes (-1)
Política corporativa para as mudanças climáticas	Não possui (-1)

**Figura 20** – Indicadores para o índice de magnitude

**Fonte:** Desenvolvido pelo autor a partir das entrevistas.

**Tabela 3** – Variáveis para o índice de significância

Extensão	Valores Obtidos	Alcance	Valores Obtidos
Pontual	-	Meio ambiente	3 = Direta
Local	-	Saúde Humana	3 = Direta
Regional	-	Qualidade do produto	1 = Indireta
Nacional	6	Social	1 = Indireta

Internacional	-	Econômico	3 = Direta
		Político	2 = Direta
		Legal	3 = Direta

Fonte: Elaborado pelo autor a partir das entrevistas.

### 4.3 TRATAMENTO DOS DADOS

A matriz de impactos gerada pelo modelo INOVA-tec System Modificado (Figura 21) indica que aecoinovação ‘tecnologia de biodigestores aplicada às fecularias do Estado do Paraná’ está em um cenário propício para a sua disseminação no mercado - 124 pontos no eixo Índice de Significância -, mas a *performance* conjunta dos seus indicadores ainda é baixa - 10 pontos no eixo Índice de Magnitude -, recomendando-se que sejam adotadas ações corretivas para melhorar essa *performance*.

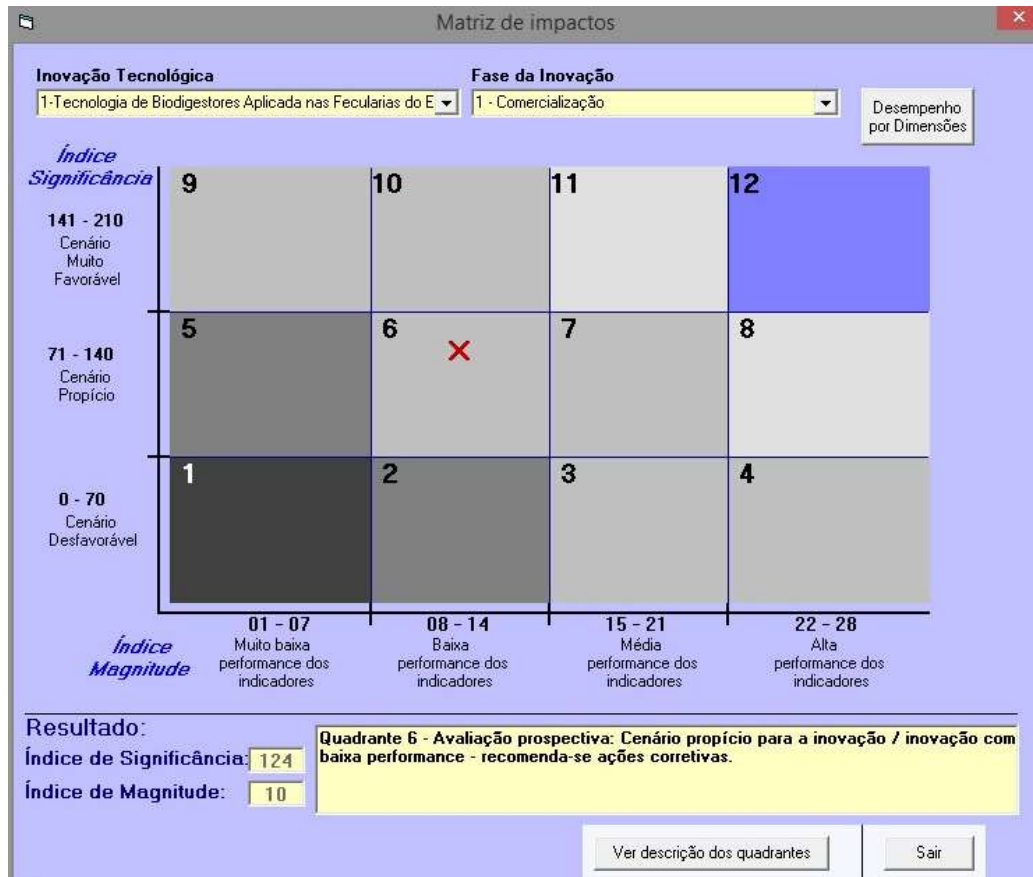
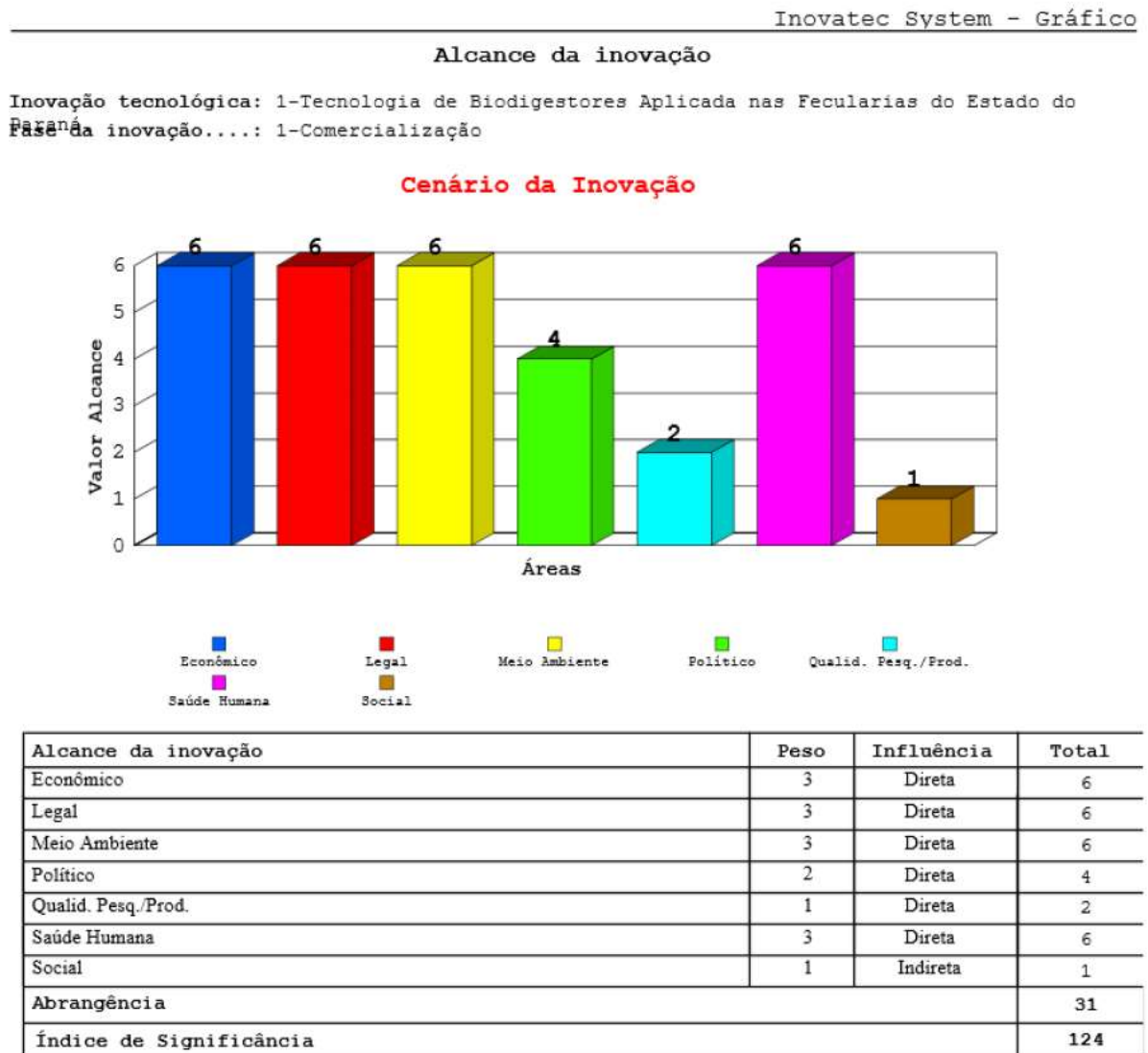


Figura 21 – Matriz de impactos

Fonte: INOVA-tec System Modificado.

Em relação ao índice de significância, que mensura a perspectiva mercadológica, é possível verificar que todas as variáveis que o compõem contribuem para que o cenário seja propício àecoinovação estudada, porém com diferentes desempenhos, conforme demonstrado na Figura 22 e detalhado no Anexo 9. Em primeiro lugar estão os benefícios econômico, legal, ambiental e para a saúde humana, seguidos, respectivamente, pelo ambiente político, qualidade do produto e social.



**Figura 22** – Matriz de impactos

Fonte: INOVA-tec System Modificado.



O ganho econômico ocorre na fase de aquecimento da caldeira para geração de vapor, devido à significativa redução - em torno de 90% - no consumo de lenha. O biogás capturado pelo biodigestor é canalizado até a caldeira onde também é instalada uma válvula térmica que controla o fluxo de entrada, sendo necessário queimar apenas uma pequena quantidade de lenha para manter a chama acesa.

Quanto ao aspecto legal, a tecnologia de biodigestores atende plenamente tanto a legislação ambiental do Estado do Paraná quanto dos municípios onde as fecularias estudadas estão instaladas, inclusive as regulamentações acessórias, evitando possíveis sanções legais por conta das externalidades negativas geradas pelas fecularias.

Para o meio ambiente os benefícios diretos se referem ao tratamento adequado dos efluentes evitando os efeitos negativos da eutrofização das águas, a captura do gás metano ao invés de liberá-lo na atmosfera reduzindo os impactos negativos que esse gás efeito estufa causa sobre as mudanças climáticas, e a redução no consumo de lenha o que contribui para a manutenção de áreas florestais e, principalmente, para a redução na emissão de poluentes.

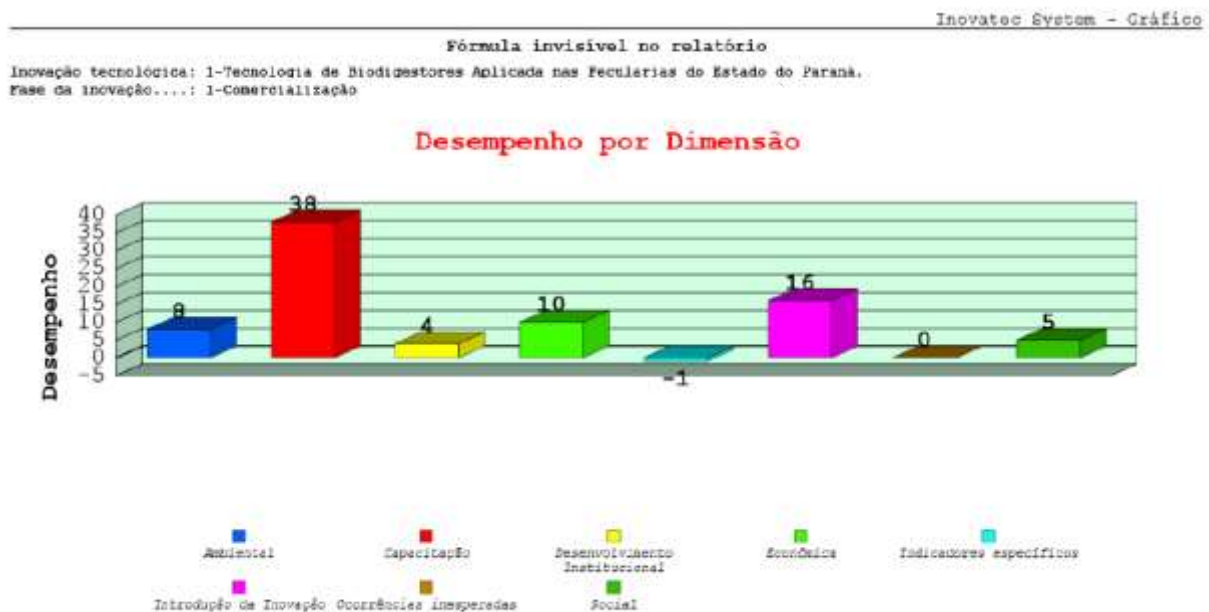
A saúde humana também é beneficiada pela tecnologia de biodigestores, mais especificamente a dos trabalhadores das fecularias. A menor exposição à fuligem provocada pela queima de lenha e a diminuição da frequência de limpeza das caldeiras minimizam, respectivamente, os riscos de inalação de fumaça/micropartículas e os efeitos negativos da sobrecarga térmica provocados pela permanência desses trabalhadores no interior das caldeiras.

O ambiente político avaliou, junto aos respondentes, o alcance - ou força institucional - da tecnologia de biodigestores sobre o segmento das fecularias. Os resultados obtidos pelas fecularias do Paraná podem influenciar diretamente na disseminação destaecoinovação, sendo atribuído peso 2 devido ainda estar atrelada à necessidade de políticas de governo mais pontuais. Por exemplo, até o final deste estudo, o financiamento da tecnologia com recursos da Agência Especial de Financiamento Industrial (FINAME) ainda não havia sido regulamentado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

Para a qualidade do produto os resultados alcançados até o momento são diretos, porém ainda baixos, tendo sido relatado pelos entrevistados que o uso do biogás proporciona maior estabilidade na temperatura da caldeira, e conseqüentemente do vapor gerado pela mesma, beneficiando o processo de secagem da fécula.

O alcance social obteve a menor pontuação por parte dos entrevistados, limitando-se à possibilidade de contratação de novos trabalhadores para as fases que envolvem a tecnologia: monitoramento dos biodigestores na lagoa de tratamento dos efluentes, da canalização até a caldeira e fluxo de biogás na mesma.

Em relação ao índice de magnitude, que mede o desempenho da tecnologia a partir dos indicadores definidos para cada dimensão analisada pelo modelo - ambiental, econômica, social, capacitação, desenvolvimento institucional, introdução da inovação, ocorrências inesperadas e indicadores específicos - o modelo indica baixa *performance* global, que é a interação sistêmica entre todas as dimensões, da tecnologia de biodigestores aplicada nas feculárias do Estado do Paraná, conforme demonstrado na Figura 23 e detalhado no Anexo 10. Os resultados apurados para cada dimensão estudada foram: ambiental = 8; capacitação = 38; desenvolvimento institucional = 4; econômica = 10; indicadores específicos = -1; introdução da inovação = 16; ocorrências inesperadas = 0; social = 5.



**Figura 23** – Desempenho por dimensão

**Fonte:** INOVA-tec System Modificado.

Os indicadores definidos para a dimensão ambiental englobam dois critérios: [i] de conservação ambiental e [ii] de recursos hídricos, solo e ar. No primeiro foram avaliadas as

práticas de manejo ou monitoramento ambiental tendo sido identificado que as três feculárias estudadas praticam ações de conservação ambiental, envolvendo redução no consumo de água, de energia elétrica, reuso de água e coleta seletiva de resíduos industriais, por exemplo, das cinzas das caldeiras. Para recursos hídricos, solo e ar, os benefícios se referem a redução de cerca de 90% na demanda por lenha, redução de 34 mil toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente devido à captura do gás metano gerado na primeira lagoa de tratamento dos efluentes, conforme apresentado por Guimarães (2014), e o tratamento dos efluentes antes de retornarem ao meio ambiente, o que também permite reuso de água na fase de lavagem da mandioca e/ou para fertirrigação, isto é, aplicação de fertilizantes via água de irrigação, prática que proporciona melhoria no controle do consumo de fertilizantes e redução nas quantidades aplicadas, contribuindo para melhorar a produtividade da lavoura.

Para a dimensão social foram avaliados os critérios: [i] alcance social, o qual indicou que as classes sociais beneficiadas diretamente com a adoção da tecnologia de biodigestores são as ‘C’ e ‘D’, das quais provém o maior contingente de funcionários das feculárias; e [ii] relações de trabalho, que indicou que a adoção da tecnologia melhorou as condições de trabalho - saúde ocupacional - e também não provocou a diminuição de postos de trabalho, pois os funcionários que manipulavam/controlavam a lenha utilizada anteriormente foram capacitados e remanejados para o monitoramento do biodigestor e da alimentação da caldeira com biogás. Porém, até o momento, não houve geração de novos postos de trabalho.

A dimensão econômica obteve o melhor desempenho entre as dimensões tratadas pelo *triple bottom line*. Os entrevistados afirmaram que houve uma sensível redução nos custos de fabricação e conseqüente aumento na margem de lucro, tornando seus produtos mais competitivos e permitindo crescimento nas vendas. Além disso, Rodrigues da Silva (2015) estudou o mesmo universo pesquisado nesta pesquisa para avaliar a viabilidade econômica da tecnologia de biodigestores, concluindo que a mesma é economicamente e financeiramente viável. Ainda nesta dimensão, apenas o indicador ‘aumento de divisas’ teve resultado zero, pois não há perspectiva para exportação da tecnologia para outros países, mesmo porque trata-se de uma melhoria incremental sobre uma tecnologia de origem chinesa.

A dimensão capacitação foi a que obteve o melhor desempenho entre demais e envolveu o treinamento da mão de obra que utilizará a tecnologia, tratando-se, neste caso, de treinamentos pontuais; a formação de recursos humanos científicos; e a produção e publicação de trabalhos

científicos sobre a tecnologia. Desde o seu início, o Projeto Pró-Estratégia já envolveu cinco estudantes do Programa de Pós-Graduação em Administração da UNINOVE, sendo 4 em nível de mestrado e 1 de doutorado, com quatro trabalhos concluídos e defendidos e 9 estudos publicados em Anais de Congresso e/ou Periódicos Científicos, a saber:

- Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente - ENGEMA: um trabalho em 2012 e um em 2014;
- Encontro Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração da ANPAD - EnANPAD: um trabalho em 2013 e um em 2014;
- Seminários em Administração FEA/USP - SemeAd: um trabalho em 2013;
- Simpósio Internacional de Gestão e Projetos - SINGEP: três trabalhos em 2013 e um em 2014.

A dimensão desenvolvimento institucional apurou se os mecanismos institucionais de mercado interferiram diretamente no desenvolvimento e na comercialização da tecnologia e nos sistemas de qualidade. Os entrevistados da Planotec, desenvolvedora da tecnologia, disseram que as dificuldades burocráticas para obtenção de recursos previstos nos programas públicos criaram entraves para os empreendedores, que optaram pelo desenvolvimento da tecnologia com recursos próprios. Também, conforme já mencionado, ainda não existe uma regulamentação para que as feculárias possam financiar a implantação da tecnologia de biodigestores com recursos da FINAME, o que leva a Planotec a parcelar suas vendas como única forma de “financiamento”. Quanto aos sistemas de qualidade implantados, somente o indicador ‘atendimento normativo’ obteve resultado, já que a tecnologia atende plenamente as legislações ambientais vigentes. Por outro lado, nenhuma das feculárias estudadas tem Selos ISO ou outros selos de qualidade, pois, segundo os entrevistados, essa ainda não é uma exigência do mercado.

A dimensão introdução da inovação obteve o segundo melhor desempenho e avaliou os critérios: [i] ambiente da inovação; [ii] ambiente para inovação na organização; [iii] avanço tecnológico; [iv] desdobramento comercial; e [v] eficácia da tecnologia. O primeiro alcançou o valor máximo possível uma vez que a demanda criada pela tecnologia já está sendo atendida pela Planotec. No segundo, o impacto na linha de produção é baixo e se refere à maior estabilidade na temperatura da caldeira proporcionada pelo uso do biogás, conforme descrito anteriormente. Ainda neste critério, o desenvolvimento da inovação em análise demandou baixa capacitação da equipe de instalação. No terceiro, os resultados apurados caracterizam a inovação ‘tecnologia de

biodigestores' como incremental, pois se trata de uma adaptação ao modelo original desenvolvido na China, sem mudanças de paradigma tecnológico. Além disso, foi constatado que a Planotec vivenciou um curto período do programa de incubação empresarial do Parque Tecnológico de Itaipu desenvolvendo pequenos projetos de adequação ambiental em propriedades rurais e industriais. O quarto critério consistiu na verificação se a desenvolvedora da tecnologia presta alguma consultoria prévia ou prestação de serviço após a comercialização e implantação, com resposta afirmativa para ambas. Para o quinto critério foi identificado que a eficácia da tecnologia de biodigestores foi aprimorada com a mudança introduzida na forma de ancoragem da lona, adaptando-a as realidades e características operacionais das fecularias brasileiras, e que a margem de tempo para lançamento da tecnologia no mercado foi média - inferior a dois anos.

Na dimensão ocorrências inesperadas não foi encontrado nenhum registro de que a tecnologia estudada tenha provocado danos à saúde humana, animal ou vegetal; efeitos adversos para o meio ambiente; possibilidade de uso indevido da inovação; processo legal impetrado contra a tecnologia; ou outros riscos associados ao seu uso.

A última dimensão analisada pelo modelo compreendeu os indicadores específicos introduzidos nesta pesquisa para medir como a gestão ambiental está organizada nas fecularias estudadas, de acordo com o trabalho de Cetrulo et al. (2012). Nas três fecularias não existem políticas corporativas para mudanças climáticas ou projetos de crédito de carbono. Em relação aos relatórios de gestão ambiental, apenas a C Vale possui uma publicação a respeito, que aborda o balanço socioambiental de todo o grupo agroindustrial relativa ao ano de 2013, disponibilizada no seu *website*. Porém, uma vez que a premissa deste indicador é de que essa seja uma prática contínua e, também, por não existirem publicações de anos anteriores, arbitrou-se pela inexistência dos relatórios em questão para as três fecularias. Quanto as práticas ambientais de *supply chain*, as três fecularias não possuem normas internas para se avaliar as práticas socioambientais dos seus fornecedores. Devido a importância desse indicador para uma gestão sistêmica de toda a cadeia produtiva da indústria processadora de mandioca, o mesmo recebeu o valor negativo -1.

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este capítulo apresenta as conclusões em relação aos objetivos do estudo, sugere ações corretivas para melhorar o impacto geral daecoinovação e contribui para a ciência ao propor um conjunto de indicadores a serem utilizados para avaliar de forma abrangente e objetiva os impactos de uma ecoinovação aplicada na agroindústria, utilizando-se de um modelo que foi denominado INOVA-tec System Modificado.

### 5.1 RESPOSTAS AOS OBJETIVOS DEFINIDOS

Estudos anteriores desenvolvidos no âmbito do projeto Pró-Estratégia analisaram a tecnologia de biodigestores delimitados a uma única dimensão da sustentabilidade (Guimarães, 2014; Rodrigues da Silva, 2015), respectivamente seu desempenho ambiental e sua viabilidade econômica, apresentando resultados positivos, ou seja, a tecnologia é sustentável.

Porém, a aplicação do modelo INOVA-tec System Modificado trouxe novas e importantes informações que permitiram uma análise global e sistêmica. Ao correlacionar os resultados apurados nas duas variáveis utilizadas para avaliar o impacto geral da inovação, que são o índice de significância e o índice de magnitude, o modelo permitiu identificar que existe uma subutilização do potencial técnico da inovação, demandando ações corretivas internas e externas às empresas.

O índice de significância indica o atual cenário mercadológico para expansão da inovação, enquanto o índice de magnitude apura a *performance* geral de um conjunto amplo de dimensões - tanto as clássicas ambiental, social e econômica quanto as demais dimensões acrescentadas ao modelo, conforme descrito anteriormente. A correlação entre os dois índices permite que seja gerada a matriz de impactos da inovação.

No caso da tecnologia de biodigestores que está sendo aplicada nas fecularias do Estado do Paraná, a matriz apurada pelo modelo INOVA-tec System Modificado, adaptado à realidade empírica dessa agroindústria, indica que a ecoinovação encontra-se em um cenário propício para

a sua disseminação no mercado, mas com um baixo desempenho global dos indicadores estudados.

Portanto, com base nos resultados obtidos na análise da tecnologia de biodigestores aqui estudada, o modelo INOVA-tec System demonstrou sua viabilidade metodológica na avaliação de ecoinovações aplicadas na agroindústria, atendendo ao objetivo geral estabelecido.

No ambiente organizacional, os tomadores de decisões podem usar o modelo para diagnosticar, planejar e decidir sobre a incorporação de tecnologias, sobretudo as ecoinovações, diminuindo a insegurança e as incertezas envolvidas nesses processos decisórios.

Para que o modelo pudesse ser processado, foram definidos 35 indicadores, construídos a partir da revisão da literatura, e mensurado o alcance mercadológico da inovação estudada, envolvendo aspectos ligados ao meio ambiente, saúde humana, qualidade dos processos/produtos, social, econômico, político e legal, identificados junto aos gestores das empresas entrevistados nas pesquisas de campo.

Desta forma os objetivos específicos também foram atendidos.

## 5.2 AÇÕES CORRETIVAS

A partir da análise da matriz de impactos gerada pelo modelo INOVA-tec System Modificado (Figura 21), são apresentadas as seguintes ações corretivas.

### **Ações Internas**

Com base no trabalho de Cetrulo et al. (2012, p.599) a postura ambiental das três feculárias estudadas ainda apresenta fortes características do estágio “Postura Passiva/Reativa”. Não possuem, em suas respectivas estruturas organizacionais, cargos, funções ou departamentos específicos para a gestão ambiental, sendo esta responsabilidade acumulada pelo gerente da fábrica, cujo desempenho profissional está atrelado aos resultados econômico-financeiros da função, por exemplo a redução nos custos industriais.

Durante as entrevistas foi observado que apesar da preocupação ambiental estar presente nos argumentos relatados pelos gestores entrevistados, nos três casos os benefícios econômico-

financeiros decorrentes da redução de custos proporcionada pela tecnologia de biodigestores, que é do tipo final de linha - *end of pipe* -, também foram frequentemente enfatizados.

Esta realidade somada à ausência de certificados de garantia/controle de qualidade e de responsabilidade socioambiental e de processos sistematizados voltados à gestão ambiental, corroboram com a constatação de Jänicke (2008) de que bons resultados ambientais podem ter um efeito adjuvante, mas não o principal, na decisão gerencial sobre quais tecnologias a organização irá incorporar em seu negócio. A título de exemplo, em uma das entrevistas realizadas com a equipe da Planotec, foi informado que uma das feculárias estudadas - atendendo ao pedido feito pelo entrevistado a mesma não será citada - informou que a empresa está avaliando os ganhos financeiros entre utilizar o biogás para alimentação de geradores de energia elétrica ou direcioná-lo para a caldeira. O argumento é de que a recente crise hídrica elevou substancialmente o custo da energia elétrica enquanto o preço da lenha vem reduzindo.

Neste sentido, sugere-se que as empresas instituem uma função específica para a gestão ambiental com responsabilidades claramente definidas, o que trará os seguintes benefícios:

- Reconhecimento do valor estratégico que a gestão ambiental propicia ao negócio pela incorporação de práticas ambientais em todas as fases do processo produtivo, envolvendo a seleção/desenvolvimento de fornecedores, políticas e ações articuladas e alinhadas com as demais áreas e a implantação de um sistema integrado de gestão ambiental;
- Contribuição direta para que as feculárias estudadas evoluam para uma postura ambiental proativa, inclusive disponibilizando à sociedade os resultados das suas práticas socioambientais;
- Contribuição direta na melhoria de todas as fases produtivas e da qualidade dos produtos comercializados, aumentando a competitividade da empresa tanto no mercado interno quanto externo - aumento de divisas;
- Contribuição indireta para ampliar o alcance social da inovação, uma vez que a seleção/desenvolvimento de fornecedores reduz a possibilidade de comprarem mandioca de fornecedores que adotem práticas contrárias aos princípios do desenvolvimento sustentável, por exemplo, empregando mão de obra infantil, manejo inadequado do solo, uso indiscriminado de pesticidas agrícolas etc.



### **Ações Externas**

A tecnologia de biodigestores encontra-se no estágio de comercialização e a demanda criada vem sendo atendida pela empresa desenvolvedora, mas dois aspectos que envolvem o poder público não estão contribuindo para acelerar a sua disseminação.

Primeiro, é preciso que os legisladores e os órgãos governamentais sejam mais rigorosos em relação as emissões de GEE. A legislação paranaense já obriga a instalação de biodigestores para tratamento dos efluentes gerados pelas atividades do agronegócio antes da sua reutilização ou do retorno ao meio ambiente, mas essa obrigatoriedade ainda não se aplica à captura/sequestro desses gases, no caso desta pesquisa o gás metano.

Segundo, o BNDES precisa regulamentar o uso de recursos da FINAME como fonte de financiamento para a aquisição da tecnologia de biodigestores por outras feculárias e setores do agronegócio.

Além do benefício ambiental direto permitido pela tecnologia, a melhoria na qualidade e na competitividade agrega valor aos produtos das feculárias, permitindo explorarem mercados mais exigentes e sofisticados.

### **5.3 CONTRIBUIÇÃO TEÓRICA**

Além das atuais pressões socioambientais que se apresentam para as organizações, em especial os desafios das mudanças climáticas e a sensação de que o discurso corporativo não está alinhado com as práticas empresariais, a dinâmica competitiva do mercado leva os gestores a tomarem decisões balizadas, prioritariamente, pelo desempenho econômico-financeiro dos projetos, principalmente em épocas de crise ou de desaceleração da atividade econômica.

Na tentativa de conscientizar esses gestores de que outros aspectos também devem ser considerados, a ciência tem desenvolvido estudos e apresentado modelos que incorporam diferentes dimensões, que é o caso do *triple bottom line* (Elkington, 2001) o qual argumenta pela necessidade de serem avaliadas três dimensões: ambiental, social e econômica.

Mesmo assim, ainda existe uma lacuna para a proposição de novos modelos que agreguem outros aspectos - ou dimensões -, contemplem diferentes realidades e permitam uma avaliação conjunta entre desempenhos.

Nesse sentido, a contribuição teórica deste estudo está na definição de um modelo que utiliza um conjunto de indicadores específicos para avaliar os impactos gerais de umaecoinovação e que possa ser utilizado pelas organizações em seus processos de tomada de decisão.

Considerando-se a necessidade de que o modelo seja capaz de articular sistemicamente questões complexas e que represente os conhecimentos e as percepções de diferentes atores envolvidos (Malheiros, 2002), partiu-se do modelo original INOVA-tec System (Jesus-Hitzschky, 2007) e de uma extensa revisão da literatura que trata da formulação, validação e uso de indicadores de sustentabilidade pelas organizações, culminando na definição de 35 indicadores que avaliam diversos critérios das dimensões ambiental, social, econômica, de desenvolvimento institucional, de capacitação de recursos humanos, de introdução da inovação, de ocorrências inesperadas/indesejadas e específicos relativos à organização da gestão ambiental, conforme apresentado na Figura 19.

Como síntese da sua aplicação empírica foi possível concluir que o modelo INOVA-tec System é capaz de avaliar de forma abrangente e objetiva os impactos de umaecoinovação aplicada na agroindústria processadora de mandioca, com possibilidades de aplicação em outros setores agroindustriais.

Para trabalhos futuros, sugere-se que o modelo seja replicado em outros setores do agronegócio e/ou outras feculares, visando não apenas validar a aplicabilidade do modelo, mas principalmente superar a limitação deste estudo que foi trabalhar com uma amostra limitada pela baixa adesão por parte das empresas consultadas em participarem da pesquisa.

Além disso, os 10 indicadores descartados pelos gestores das feculares por intempestividade - inexistência de controle - devem ser incorporados em futuros trabalhos que venham a empregar o modelo INOVA-tec System para verificar se ocorrem modificações nos resultados da análise.

## REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira dos Produtores e Amido de Mandioca.* (2013). Recuperado em 21 Maio, 2013, de <http://www.abam.com.br>.
- Amit, R., & Schoemaker P. (1993). Strategic assets and organizational rent. *Strategic Management Journal*, 14, 33-46.
- Angelidaki, I. S., & Wendy, R. (2004). Assessment of the anaerobic biodegradability of macropollutants. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 3, 117–129.
- Arundel, A., & Kemp, R. (2009). *Measuring eco-innovation*. UNU-MERIT Working Paper Series 017, United Nations University, *Maastricht Economic and social Research and training centre on Innovation and Technology*.
- Barbieri, J. C. (1997). Políticas públicas indutoras de inovações tecnológicas ambientalmente saudáveis nas empresas. *Revista de Administração Pública*, 31(2),135-152.
- Barbieri, J. C., Vasconcelos, I. F. G., Andreassi, T., & Vasconcelos, F. C. (2010). Inovação e sustentabilidade: novos modelos e proposições. *RAE - Revista de Administração de Empresas*, 50 (2), 146-154.
- Barbosa, R. K. (2011). *Eco-inovação na universidade: uma análise das patentes da Universidade Estadual de Campinas*. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- Barquero, A. V. (2001). *Desenvolvimento endógeno em tempos de globalização*. Porto Alegre: Fundação de Economia e Estatística.
- Bassel, H. (1999). *Indicators for sustainable development: theory, method, applications*. A Report to the Ba Group. Canadá: IISD.
- Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998*. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Recuperado em Janeiro, 31, 2013, de <http://www.ibama.gov.br/leiambiental/home.htm#crimesamb>
- C.Vale. (2013). *Revista C.Vale*, 34.
- Carrillo-Hermosilla, J., Del Río, O., & Konnola, T. (2009). *Eco-innovation. When sustainability and competitiveness shake hands*. Palgrave, London.

Carrillo-Hermosilla, J., Del Río, O., & Konnola, T. (2010). Diversity of eco-innovations: Reflections from selected case studies. *Journal of Cleaner Production*, 18(10-11), 073-1083.

Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da USP - CEPEA/ESALQ-USP. (2013). *Fécula de mandioca: Produção na Tailândia versus Brasil*. Recuperado em 9 Abril, 2013 de [http://cepea.esalq.usp.br/pdf/Agroanalysis\\_marco\\_2013](http://cepea.esalq.usp.br/pdf/Agroanalysis_marco_2013).

Cetrulo, T. B., Molina, N. S., & Malheiros, T. F. (2012). Indicadores de postura ambiental do setor de produção de etanol de cana-de-açúcar. In Philippi Jr, A. & Malheiros, T. F. *Indicadores de Sustentabilidade e Gestão Ambiental*. Barueri, SP: Manole, 2012.

Christensen, C. M. (1997). *The innovator's dilemma: When new technologies cause great firms to fail*. Harvard Business School Press.

Climate Technology Initiative. (2011). *What is CTI?* Recuperado em 17 Agosto, 2011, de <http://www.climatetech.net/about/>.

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. (2013). *Programa de Apoio ao Ensino e à Pesquisa Científica e Tecnológica em Assuntos Estratégicos de Interesse Nacional – Pró-Estratégia*. Recuperado em 8 Abril, 2013, de <http://www.capes.gov.br/component/content/article/48-programas-especiais/5157-programa-de-apoio-ao-ensino-e-a-pesquisa-cientifica-e-tecnologica-em-assuntos-estrategicos-de-interesse-nacional-pro-estrategia>.

Corrêa, C. R., Daniel, L. P., Toyoshima, S. H., & Rezende, A. A. (2010). *Inovação tecnológica e meio ambiente no Brasil*. 48º SOBER – Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Recuperado em 8 Maio, 2013, de <http://www.sober.org.br/palestra/15/671.pdf>.

Creswell, J. W. (2010). *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. Porto Alegre: Aertmed.

Cunico, E. (2013). *Cooperação tecnológica: um estudo com práticas deecoinovação nas indústrias paranaenses processadoras de mandioca*. Dissertação de mestrado, Universidade Nove de Julho, São Paulo, SP.

Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories. *Research Policy*, 11, 147-162.

Dosi, G., & Nelson, R. (2009). Technical change and industrial dynamics as evolutionary process. *LEM Working Paper*, 2009/07.

Dalcomuni, S. M. (2006). *Interrelações fundamentais para o desenvolvimento sustentável*. Recuperado em Setembro 20, 2014 de [http://www.eco-innovation.eu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=461:ecois2013&catid=24:announcements](http://www.eco-innovation.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=461:ecois2013&catid=24:announcements).

Deublein, D., & Steinhauser, A. (2008). *Biogas from waste and renewable resources: an introduction*. Weinheim-Germany: Verlag GmbH & Co. KGaA.

Dormann, J., & Holliday, C. (2002). *Innovation, technology, sustainability and society*. Genève: World Business Council for Sustainable Development.

Eco-Innovation Observatory. (2014). *The Eco-Innovation Scoreboard 2013: technical note*. Recuperado em Setembro 20, 2014 de [http://www.eco-innovation.eu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=461:ecois2013&catid=24:announcements](http://www.eco-innovation.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=461:ecois2013&catid=24:announcements).

Eco-Innovation Observatory. (2015). *About Us*. Recuperado em 20 Fevereiro, 2015, de [http://www.eco-innovation.eu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=22&Itemid=23](http://www.eco-innovation.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=22&Itemid=23).

Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of Management Review*, 4(4), 522-550.

Elkington, J. (2001). *Canibais com garfo e faca*. São Paulo: Makron Books.

Fundo de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. (2011). *Carta aberta ao Brasil sobre mudanças climáticas*. Recuperado em 10 Junho, 2011, de <http://www.bv.fapesp.br/namidia/noticia/31577/carta-aberta-brasil-mudancas-climaticas/>.

Forsyth, T. (2006). Cooperative environmental governance and waste-to-energy technologies in Asia. *International Journal of Technology Management and Sustainable Development*. 5(3), 209-220.

Freeman, C. (2008). As inovações e as estratégias das firmas In Freeman. C., & Soete L. *A Economia da Inovação Industrial*. Campinas: Unicamp, 2008.

Fussler, C., & James. P. (1996). *Driving eco-innovation: A breakthrough discipline for innovation and sustainability*, Pitman Publishing: London.

Galvão, H. M., Mussengue, M., & Jesus, M. A. S. (2011). Os incentivos à ciência e tecnologia nas políticas públicas sobre mudanças climáticas no Brasil. In Marcovitch, J. *A Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa e a Legislação Brasileira*. São Paulo: USP.

Gião, P. R., Gomides, A., Picchioni, C. N., Corrêa, H. L., & Oliveira, M. M., Junior. (2010). Modelo sigma sustentabilidade flexível: uma contribuição rumo a organizações sustentáveis. *Facef Pesquisa*, 13 (2), 232-250.

Giddens, A. (2009). *The politics of climate change*. UK: Polity Press.

Godoy, A. S. (2006). Estudo de caso qualitativo. In Godoi, C. K.; Bandeira-de-Mello, R. & Silva, A. B. (org.). *Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: paradigmas, estratégia e métodos*. São Paulo: Saraiva, 115-146.

Guimarães, C. E. (2014). *Avaliação do desempenho ambiental do aproveitamento do biogás em fecularias de mandioca no Estado do Paraná: um estudo de casos múltiplos*. Dissertação de mestrado. Universidade Nove de Julho, São Paulo - SP.

Hardi, P., & Zdan, T. J. (1997). *Assessing sustainable development: principles in practice*. Winnipeg: IISD. Recuperado em 7 Julho, 2014 de <http://www.iisd.org/pdf/bellagio.pdf>.

Hardin, G. (1968). The tragedy of the commons. *Science Magazine*, 162 (3859), 1243-1247.

Hart, S. L. (1995). A natural-resource-based view of the firm. *The Academy of Management Review*, 20(4), 986-1014.

Hodge, R. A., Hardi, P., & Bell, D. V. J. (1999). *Seeing change through the lens sustainability*. The Sustainability Institute. Recuperado em 24 Novembro, 2014, de <http://iisd.ca//measure/scipol/docs.htm>.

Howarth, R. (1997). Defining sustainability: an overview. *Land Economics*, 73(4), 445-447.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. (2010). *Perspectivas sobre as negociações de mudança climática e seus impactos na política brasileira*. Comunicado IPEA Nº 45 de 22/04/2010.

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2001). *Climate change 2001: working group II: Impacts, adaptations and vulnerability*. Recuperado em 9 Outubro, 2014, de [http://www.grida.no/climate/ipcc\\_tar/wg2/005.html](http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg2/005.html).

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). *Fourth Assessment Report: Climate Change 2007*. Recuperado em 12 Outubro, 2014, de [https://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/en/ch3.html](https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch3.html)

Ismail, Z. K. (2007). Employment of anaerobic digestion process of municipal solid waste for energy. *Energy Sources, Part A*, 29, 657–668. DOI: 10.1080/00908310500276965.

Jaffe, A. B., & Palmer, K. (1997). Environmental regulation and innovation: A panel data study. *Mit Press Journals*, 79. DOI: 10.1162/003465397557196.

James, P. (1997). The sustainability circle: a new tool for product development and design, *Journal of Sustainable Product Design*, 2, 52-57.

Jänicke, M. (2008). Ecological modernization: new perspectives. *Journal of Cleaner Production* 16, 557-565.

Jesus-Hitzszhky, K. R. E., Lanna A. C., Vieira, F. D., Abreu, A. L., & Lima, D. U. (2006). A Proposed risk assessment method for genetically modified plants. *Applied Biosafety*, 11(3), 127-137.

Jesus-Hitzszhky, K. R. E. (2007). Impact assessment system for technological innovation: Inova-tec System. *Journal of Technology Management & Innovation*, 2(2), 67-82.

Jesus-Hitzszhky, K. R. E., Carraro, A. P., & Scanavaca, L. Júnior. (2008). Assessment of impacts of the forest incentive program based on eucalyptus monoculture with the 'INOVA-tec System'. *Journal of Technology Management & Innovation*, 3(4), 119-132.

Jesus-Hitzszhky, K. R. E. (2011). *Sistema de avaliação de impactos de inovações tecnológicas: INOVA-tec System v. 2.0*, Documento 86. Jaguariúna – SP: Embrapa Meio Ambiente.

Kardec, A., Flores, J., & Seixas, E. (2002). *Gestão estratégica e indicadores de desempenho*. Rio de Janeiro: Qualitymark – ABRAMAN.

Kemp, R. (1997). *Environmental policy and technical change. A comparison of the technological impact of policy instruments*. Cheltenham: Edward Elgar.

Kemp, R., & Foxon, T. (2007). *Typology of eco-innovation*. Final report MEI project about measuring ecoinnovation. Recuperado em 15 Maio, 2013, de <https://www1.oecd.org/greengrowth/consumptioninnovationandtheenvironment/43960830.pdf>.

Kerlinger, F. N. (1979). *Metodologia de pesquisa em ciências sociais: um tratamento conceitual*. São Paulo: EPU - Editora Pedagógica e Universitária.

Kinlaw, D. C. (1997). *Empresa competitiva e ecológica: desempenho sustentável na era ambiental*. São Paulo: Makron Books.

Kor, Y. Y., & Mahoney, J. T. (2004). Edith Penrose's (1959) Contributions to the resource-based view of strategic management. *Journal of Management Studies*, 41(1), 183-191.

Machado, J. A. (1999). Desenvolvimento sustentável: a busca de unidade para o seu entendimento e operacionalização. In Altvater, E. et al. *Terra Incógnita: reflexões sobre globalização e desenvolvimento*. Pará: UFPA/NAEA, p.203-248.

- Machan, M. K. (2001). Sustainable cultivation concepts for domestic energy production from biomass. *Crit. Rev. Plant Sci.* 20:1–14.
- Malheiros, T. F. (2002). *Indicadores ambientais de desenvolvimento sustentável local: um estudo de caso do uso de indicadores de qualidade do ar*. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo - SP.
- Malheiros, T. F., Coutinho, S. M. V., & Philippi, A. Junior. (2012). Indicadores de sustentabilidade: uma abordagem conceitual. In Philippi Jr, A. & Malheiros, T.F. *Indicadores de Sustentabilidade e Gestão Ambiental*. Barueri, SP: Manole, 2012.
- Marcovitch, J. (2006). Mudanças climáticas e multilateralismo. *Revista de Administração da USP.* 72, 16-27.
- Marengo, J. A. (2008). Água e mudanças climáticas. *Estudos Avançados*, 22(63), 83-96.
- Martins, P. R. (Org.). (2006). *Nanotecnologia, sociedade e meio ambiente*. São Paulo: Xamã, p.49-68.
- Marzall, K., & Almeida, J. (2000). Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas: estado da arte, limites e potencialidades de uma nova ferramenta para avaliar o desenvolvimento sustentável. *Caderno de Ciência & Tecnologia*, 17(1), 41-59.
- Meadows, D. H. (1998). *Indicators and information systems for sustainable development: a report to the Balaton Group*. The Sustainability Institute. Recuperado em 24 Novembro, 2014, de [http://www.iisd.org/pdf/s\\_ind\\_2.pdf](http://www.iisd.org/pdf/s_ind_2.pdf).
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). Early steps in analysis. In Miles, M. B., & Huberman, A. M. *Qualitative data analysis: an expanded sourcebook*. 2ª Thousand Oaks: Sage, p.50-89.
- Massachusetts Institute of Technology – MIT. Sloan School of Management. (1999). *The MIT 21<sup>st</sup> Century Manifesto Working Group*. Discussion Paper. Recuperado em 10 Setembro, 2011, de <http://ccs.mit.edu/papers/pdf/wp032manifesto21C.pdf>.
- Mowery, D., & Rosenberg, N. (1979). The influence of market demand upon innovation: a critical review of some recent empirical studies. *Research Policy*, 8, 102-153.
- Moura, L. G. V. (2002). *Indicadores para a avaliação da sustentabilidade em sistemas de produção da agricultura familiar: o caso dos fumicultores de Agudo-RS*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.



Mrayyan, B. (2004). Methane gas emissions from landfill: opportunities and constraints: the case of Al-Russifa city. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*. 6 (3), 367–384.

Munasinghe, M. (2002). The sustainomics trans-disciplinary meta-framework for making development more sustainable: applications to energy issues. *Journal of Sustainable Development*, 5(1/2), 125-182.

Nelson, R., & Winter, S. (1982). *An evolutionary theory of economic change*, Cambridge: Belknap Press, 1982

Nelson, R. R. (2002). Why do firms differ, and how does it matter? In Foss, N. *Resources, firms and strategies: a reader in the resource-based perspective*. Oxford University.

Organization for Economic Co-operation and Development. (2009). *Sustainable manufacturing and eco-innovation: towards a Green economy*. Policy Brief.

Organization for Economic Co-operation and Development. (2005). *Manual de Oslo*. Paris, Eurostat, 3<sup>a</sup> ed. Traduzido pela FINEP. Recuperado em 8 Dezembro, 2010, de [http://www.finep.gov.br/imprensa/sala\\_imprensa/oslo2.pdf](http://www.finep.gov.br/imprensa/sala_imprensa/oslo2.pdf).

Organization for Economic Co-operation and Development. (2011). *Members and Partners OECD; IEA Member Countries*. Recuperado em 18 Setembro, 2011, de [http://www.oecd.org/pages/0,3417,en\\_36734052\\_36761800\\_1\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/pages/0,3417,en_36734052_36761800_1_1_1_1_1,00.html).

Ostrom, E., Burger, J., Field, C. B., Norgaard, R. B., & Policansky, D. (1999). Revisiting the commons: local lessons, global challenges. *Science Magazine*, 284 (5412), 278-282.

Palhares, J. C. P. (2008). *Biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos: aprendendo com o passado para entender o presente e garantir o futuro*. Infobibos Informações Tecnológicas. Recuperado em 20 setembro, 2014, de [http://www.infobibos.com/Artigos/2008\\_1/Biodigestao/Index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_1/Biodigestao/Index.htm).

Pecorá, V. (2006). *Implementação de uma unidade demonstrativa de geração de energia elétrica a partir do biogás de tratamento do esgoto residencial da USP: estudo de caso*. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

Portal Brasil. (2013). *Setores da Economia*. Recuperado em 12 Abril, 2013, de <http://www.brasil.gov.br/sobre/economia/setores-da-economia/agronegocio/print>.

Porter, M. E., & Van Der Linde, C. (1995). Toward a new conception of the environment competitiveness relationship. *The Journal of Economic Perspectives*. 9 (4), 97-118.

Porter, M. E., & Kramer M. R. (2006). Strategy and society: the link between competitive advantage and corporate social responsibility. *Harvard Business Review*, 78-92.

Pujari, D. (2006). Eco-innovation and new product development: understanding the influences on market performance. *Technovation*, 26 (1), 76-85.

Randall, D. M. (1990). The Consequences of organizational commitment: methodological investigation. *Journal of Organizational Behavior*. 11(5), 361-378.

Reid, A., & Miedzinski, M. (2008). *Eco-Innovation, final report for sectorial innovation watch*. Brussels: Technopolis Group. Recuperado em 27 Maio, 2013 de [http:// www.technopolis-group.com/resources/downloads/661\\_report\\_final.pdf](http://www.technopolis-group.com/resources/downloads/661_report_final.pdf).

Rennings, K. (2000). Redefining innovation - eco-innovation research and the contribution from ecological economics. *Ecological Economics*, 32, 319-332.

Richardson, R. J. et al. (1999). *Pesquisa social: métodos e técnicas*. 3.ed. São Paulo: Atlas.

Robèrt, K-H. (2002). *The natural step: a história de uma revolução silenciosa*. São Paulo: Cultrix.

Rodrigues da Silva, A. (2015). *Viabilidade econômica e benefícios ambientais de tecnologia aplicada a biodigestores em empresas processadoras de mandioca do Paraná*. Dissertação de mestrado. Universidade Nove de Julho, São Paulo, SP.

Rothaermel, F.T., & Hess, A.M. (2010). Innovation strategies combined. *MIT Sloan Management Review*, 12-15.

Rozenfeld, H., & Forcellini, F. (2008). *Gestão do ciclo de vida de produtos inovadores e sustentáveis*. Recuperado em 20 Março, 2011, de [http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/27/SD04\\_Gestao\\_do\\_Ciclo.pdf](http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/27/SD04_Gestao_do_Ciclo.pdf).

Salati, E., Santos, A. A., & Nobre, C. (2013). *As mudanças climáticas globais e seus efeitos nos ecossistemas brasileiros*. Recuperado em 20 Setembro, 2013, de <http://www.comciencia.br/reportagens/clima/clima14.htm>.

Saulquin J. Y., & Schier, G. (2008). Le développement durable et la notion de performance organisationnelle: une application à la GRH. In Deslee, C. (2008). *The management of waste and sustainable development as eco-innovation and source of performance*. Recuperado em 20 Maio, 2013 de <http://search.proquest.com/docview/1325746847?accountid=43603>.

Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *Research methods for business students*. Harlow: Pearson Education Limites, 5th edition.

Sbragia, R. (coordenador), Stal, E., Campanário, M.A., & Andreassi, T. (2006). *Inovação – como vencer esse desafio empresarial*. São Paulo, CLIO Editora, 328 p.

Schamandt, J. A., & Ward, C. H. (2000). *Sustainable development: the challenge of transition*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Schumpeter, J. A. (1982). *A teoria do desenvolvimento econômico*. São Paulo: Abril Cultural (coleção Os Economistas).

Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento/Departamento de Economia Rural – SEAB/DERAL. (2012). *Mandiocultura – Análise da conjuntura agropecuária*. Recuperado em 11 Fevereiro, 2014 de [www.agricultura.pr.gov.br](http://www.agricultura.pr.gov.br).

Segnestan, L. (2002). *Environment and sustainable development theories and practical experience*. Environmental Economics Series – Paper n.89. Washington, DC: The World Bank Environment Department. Recuperado em 8 Agosto, 2014 de <http://siteresources.worldbank.org>.

Selltiz, C. (1974). *Métodos de pesquisa nas relações sociais*. São Paulo: Herder.

Shrivastava, P. (1995). Industrial/environmental crises and corporate social responsibility. *The Journal of Socio-Economics*, 24(1), 211-227.

Silva, F. M. (1998). Utilização do biogás como combustível. *Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*. Lavras, MG. Recuperado em 2 Fevereiro, 2013 de [www.scielo.br](http://www.scielo.br) p. 96-125.

Socolow, R., Hotinski, R., Greenblatt, J. B., & Pacala, S. (2004). Solving the climate problem: technologies available to curb CO<sub>2</sub> emissions. *Environment*, 46(10), 8-19.

Stal, E., Campanario, M. A., Sbragia, R. & Andreassi, T. (2006). *Inovação: como vencer esse desafio empresarial*. São Paulo: CLIO Editora.

Stal, E. (2007). Inovação tecnológica, sistemas nacionais de inovação e estímulos governamentais à inovação. In Moreira, D. A., & Queiroz, A. C. S. (coord.). *Inovação Organizacional e Tecnológica*. São Paulo: Thomson Learning.

Samrecsányi, T. (2006). A Herança Schumpeteriana. In Pelaez, V. S. T. (org.). *Economia da inovação tecnológica*. São Paulo: Hucitec.

Suguio, K. (2008). *Mudanças ambientais da Terra*. São Paulo: Instituto Geológico.

Tidd, J., Bessant, J., & Pavitt, K. (2008). *Gestão da inovação*. Porto Alegre: Bookman.

United Nations Framework. (2013). *Convention on climate change: Indicative simplified baseline and monitoring methodologies for selected small scale CDM project activity categories*. Recuperado em 22 Abril, 2013 de <http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/4ND00PCGC7WXR3L0LOJTS6SVZP4NSU/view.htm>.

Van Bellen, H. M. (2008). *Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas.

Veleva, V., & Ellenbecker, M. (2000). A proposal for measuring business sustainability, *Greener Management International*, 31, 101-120.

Vergara, S. C. (2003). *Projetos e relatórios de pesquisa em Administração*. São Paulo: Atlas.

Wosiacki, G., & Cereda, M. P. (2002). Valorização de resíduos do processamento de mandioca. Publicado UEPG – *Exact and Soil Sciences, Agrarian S, and Engineering*, 8(1), 27-43. Recuperado em 2 Fevereiro, 2013 de <http://www.revistas2.uepg.br/index.php/exatas/article/view/762>.

Yang, C. J., & Chen, J. L. (2011). Accelerating preliminary eco-innovation design for products that integrates case-based reasoning and TRIZ method. *Journal of Cleaner Production*, 19(9), 998–1006.

Yin, R.K. (2005). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman, 3ª ed., 2005.

## **APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE CONSENTIMENTO EM PARTICIPAÇÃO NO PROJETO E PESQUISA PRÓ-ESTRATÉGIA**

Prezado(a) senhor(a) participante, iniciamos agradecendo sua disposição em contribuir com o desenvolvimento da pesquisa acadêmica e do conhecimento.

Gostaríamos de convidá-lo a colaborar na realização da pesquisa descrita neste formulário. Por favor, leia o texto que segue. Antes de tomar a decisão final sobre sua colaboração, não hesite em fazer à equipe de pesquisa todas as perguntas que julgar necessárias. Se o(a) senhor(a) aceitar participar da pesquisa, a equipe de pesquisa conservará consigo o original deste formulário assinado e lhe enviará uma cópia.

**Tema da pesquisa: AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE ECOINOVAÇÕES: O Caso da Tecnologia de Biodigestores Aplicada nas Agroindústrias Processadoras de Mandioca**

### **Composição da equipe de pesquisa:**

- Marco Antonio Sampaio de Jesus, estudante do Programa de Mestrado e Doutorado em Administração da Universidade Nove de Julho – Uninove. Telefone (11) 99934-5155, e-mail: [jesus.marcoantoniosampaio@gmail.com](mailto:jesus.marcoantoniosampaio@gmail.com)
  
- Prof.<sup>a</sup> Dra. Cláudia Brito Silva Cirani, ORIENTADORA, professora do Programa de Mestrado e Doutorado em Administração da Universidade Nove de Julho – Uninove, em São Paulo. Telefone (11) 3665-9342, e-mail: [cloubrito@hotmail.com](mailto:cloubrito@hotmail.com)

### **Descrição da pesquisa:**

Esta pesquisa objetiva é financiada pelo projeto Pró-Estratégia, vinculado ao Governo Federal e a CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, estabelecendo parcerias com a UNINOVE – Universidade Nove de Julho e a Planotec Assessoria Agrônômica e Planejamento. Para a realização desta pesquisa, sua participação é de extrema importância. As respostas à pesquisa poderão ser úteis, para o esforço conjunto em incentivar o fomento e a utilização das inovações tecnológicas voltadas ao desenvolvimento sustentável, voltando-se a atender demandas e interesses da sociedade brasileira. A participação no projeto de pesquisa não implica em nenhum custo ou quaisquer tipos de dispêndios financeiros para vossa empresa. Ressaltamos também o caráter sigiloso quanto às respostas e informações do projeto. Terão acesso aos dados somente os integrantes do grupo de pesquisa. Consideramos importante poder identificar em nossas pesquisas o nome de sua empresa, porém apenas para análise de dados

internos do projeto. Quanto à divulgação do trabalho final ou de qualquer resultado, haverá sigilo absoluto, não constando razão social, nome fantasia ou marca em hipótese alguma. Assumimos formalmente esse compromisso. Não hesite em entrar em contato diretamente conosco sobre toda e qualquer questão a respeito desta pesquisa.

Atenciosamente,

Doutorando Marco Antonio Sampaio de Jesus (Orientando)  
Prof.<sup>a</sup> Dra. Cláudia Brito Silva Cirani (Orientadora)

**Consentimento a assinar:**

**Participação em entrevista**

Após ter lido e entendido o texto precedente e ter tido a oportunidade de receber informações complementares sobre o estudo, eu aceito, de livre e espontânea vontade, participar da(s) entrevista(s) de coleta de dados para esta pesquisa sobre tema o descrito. Eu sei que eu posso me recusar a responder a uma ou outra das questões se eu assim decidir.

**Local e Data:**

Empresa: \_\_\_\_\_

Cargo do Entrevistado: \_\_\_\_\_

Nome do Entrevistado \_\_\_\_\_

Entrevistador(es)

Nome: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

**APÊNDICE B – PESQUISA SOBRE ECOINOVAÇÃO EM FECULARIAS,  
FARINHEIRAS E AMIDONARIAS**

A pesquisa tem como objetivo traçar um panorama geral da indústria produtora de amido de mandioca (fecularias, farinheiras e amidonarias), visando avaliar o desempenho sustentável da tecnologia de biodigestores implantada na empresa.

Os dados necessários ao desenvolvimento da pesquisa serão utilizados unicamente para fins científicos e, portanto, tratados sempre genericamente referindo-se ao setor como um todo, jamais se referindo a uma empresa específica. Não iremos identificar sua empresa com nenhuma informação que transpareça suas respostas, dados ou opiniões.

Agradecemos sua participação e estamos solicitando seu e-mail para o encaminhamento dos principais resultados da pesquisa.

Atenciosamente,

Doutorando: Marco Antonio Sampaio de Jesus – e-mail [jesus.marcoantoniosampaio@gmail.com](mailto:jesus.marcoantoniosampaio@gmail.com)

Orientadora: Prof. Dra. Cláudia Brito Silva Cirani – e-mail [claudiacirani@uninove.br](mailto:claudiacirani@uninove.br)

Telefone contato para confirmação de dados: (11)3665-9342 (11) 9-9934-5155

\*Campos obrigatórios

1. Cargo do Entrevistado \*

---

2. Endereço de e-mail do Entrevistado

---

**APÊNDICE C – AUTORIZAÇÃO DE CITAÇÃO DO NOME DO(A)****ENTREVISTADO(A) E DO NOME DE MINHA EMPRESA**

Eu \_\_\_\_\_ ( ) Autorizo ( ) Não Autorizo o estudante de doutorado Marco Antonio Sampaio de Jesus e o Programa de Doutorado em Administração da UNINOVE (PPGA/UNINOVE) a revelar meu nome e o nome da minha empresa nos artigos, textos e dissertação que redigirão a partir da pesquisa da qual trata este formulário de consentimento.

Nome do participante:

\_\_\_\_\_

Nome da empresa:

\_\_\_\_\_

Função do participante:

\_\_\_\_\_

Assinatura do participante:

\_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

**NOTA:**

Este texto tem por finalidade assegurar os direitos dos colaboradores na pesquisa quanto a questões éticas. Qualquer sugestão, reclamação ou solicitação pode ser diretamente encaminhada à equipe de pesquisa e/ou à coordenação do Programa de Mestrado e Doutorado em Administração da Universidade Nove de Julho – Uninove, sede do grupo de pesquisa Pró-Estratégia.



## ANEXO 1 – ÍNDICE DE MAGNITUDE DA DIMENSÃO AMBIENTAL

Peso	Indicador / Fator de moderação	Dados /Informação para avaliação	Faixa de peso do fator
<b>Dimensão Ambiental</b>			
<b>Recursos Hídrico, Solo e Ar</b>			
2	Qualidade da água (Turbidez, DBO, etc., em decorrência da introdução da inovação)		Piora (-1) / Mantém (0) / melhora (1)
2	Quantidade de metais pesados em decorrência da introdução da inovação		Aumenta (-1) / Mantém (0) / Diminui (1)
2	Resíduos químicos ou orgânicos (Esgoto industrial, Chorume, etc.)		Aumenta (-1) / Mantém (0) / Diminui (1)
2	Emissão de poluentes (CO <sub>2</sub> , CO, etc., no ar em decorrência da introdução da inovação)		Aumenta (-1) / Mantém (0) / Diminui (1)
2	Alteração da demanda por recursos naturais (Análise comparativa do uso e consumo da água, do solo, mineral)		Aumenta (-1) / Mantém (0) / Diminui (1)
<b>Recursos Bióticos (microrganismo, flora e fauna)</b>			
2	Alteração do equilíbrio do ecossistema (Alteração ao nível ecológico: microrganismos, flora e fauna)		Afeta indivíduo (-1) / Comunidade (-2) / Não afeta nenhum nível ecológico (0)
2	Ocorrência de efeitos negativos em plantas, na saúde humana e animal. (Ocorrência de doenças, contaminação e / ou morte)		Sim (-1) Não (0)
2	Alteração da demanda por recursos naturais (Análise comparativa do uso e consumo animal e / ou vegetal.).		Aumenta (-1) / Mantém (0) / Diminui (1)
<b>Conservação Ambiental</b>			
2	Prática de manejo ou monitoramento ambiental. *Ex-ante: Sim. Análises comparativas c/ os métodos convencionais. O manejo empregado anteriormente à inovação era efetivo para fins de conservação ambiental.		Criação (2) Melhoria (1) Não interfere (0) Extinção (-2)
<b>Recuperação Ambiental</b>			
3	Diminuição do nível de poluentes sólidos, químicos, biológicos* Ex-ante: Sim		Sim (1) / Não (0)
3	Mecanismos de biodegradação* Ex-ante:		Criação (2)

Fonte: Jesus-Hitzschky (2011).

**ANEXO 2 – ÍNDICE DE MAGNITUDE DA DIMENSÃO DESENVOLVIMENTO  
INSTITUCIONAL**

Peso	Indicador / Fator de moderação	Dados /Informação para avaliação	Faixa de peso do fator	Fator de correção
<b>Dimensão Desenvolvimento Institucional</b>				
<b>Formalização de Parcerias</b>				
2	Convênio firmado (via contrato formal) * <i>Ex-ante</i> : Sim. Celebração de contrato formal para realização do projeto de pesquisa ou desenvolvimento com pelo menos um parceiro		Contrato formal (2) / minuta sem valor legal ou carta de intenção (1) / não tem (0)	
<b>Aporte de recursos</b>				
2	Formas de aporte de recursos* <i>Ex-ante</i> : Sim.		Possui aporte de recursos (1) / Não possui (0)	
<b>Parcerias</b>				
2	Número de Parceiros * <i>Ex-ante</i> : Sim Número total de parceiros (Públicos, privados, Instâncias políticas, ONGs, OSCIP (Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público)		Apontamento do Número de parcerias (+1)	Item / valor de Referência / Fator de correção Foco do parceiro Projetos na área social (+1)F Projetos na área ambiental (+1)
<b>Sistema de qualidade implantado</b>				
2	Selo ISO ou outro Selo de qualidade. * <i>Ex-ante</i> : Sim. No caso de algum dos parceiros possuir um ou mais selos de qualidade (ISO 9001; 14000; 17025 ou outro selo de qualidade).		Atribuir (+1) uma pontuação para cada sistema de qualidade implantado (em cada instituição parceira.	
2	Atendimento normativo. <i>Ex-ante</i> : Sim.		Sim (1) / Não (0)	

**Fonte:** Jesus-Hitzschky (2011).

### ANEXO 3 – ÍNDICE DE MAGNITUDE DA DIMENSÃO CAPACITAÇÃO

Peso	Indicador / Fator de moderação	Dados /Informação para avaliação	Faixa de peso do fator	Fator de correção	
<b>Dimensão Capacitação</b>					
<b>Formação de Recursos Humanos</b>					
2	Número de estagiários (Bolsistas envolvidos na pesquisa ou desenvolvimento da inovação; vínculo formal) * <i>Ex-ante</i> : Sim		Atribuir (+1) uma pontuação para cada estagiário (em cada instituição parceira ).		
2	Número de pós-graduandos Mestrandos/Doutorandos/ Post-doc/ Mestrado Profissionalizante / MBA envolvidos na pesquisa ou desenvolvimento da inovação. * <i>Ex-ante</i> : Sim		Atribuir (+1) uma pontuação para cada pós-graduando envolvido (em cada instituição parceira).		
<b>Treinamentos</b>					
2	Treinamentos técnicos		Atribuir (+1) uma pontuação para cada	Fator de correção	
	(Treinamentos diretamente			<u>No. De participantes</u> Até 10% do nº de funcionários da organização (+1) / acima de 10% (+2)	
2	Palestras ou treinamentos		Atribuir (+1) uma	Fator de correção	
				<u>No. De participantes</u> Até 10% do nº de funcionários da organização (+1) / acima de 10% (+2)	
<b>Produção Científica</b>					
2	Dissertações de Mestrado ou Teses de doutorado apresentadas associadas à inovação		Atribuir um ponto para cada dissertação concluída referente a inovação. (+1)		
2	Artigos científicos publicados em revista nacional ou internacional, voltado para ao setor da inovação.		Atribuir um ponto para cada artigo publicado na área inovação(+1)	Fator 1	Fator 2
				Outro setor (+1) / mesmo setor da inovação (+2)	Nacional (+1) Internacional (+2)

Fonte: Jesus-Hitzschky (2011).

## ANEXO 4 – ÍNDICE DE MAGNITUDE DA DIMENSÃO ECONÔMICA

Peso	Indicador / Fator de moderação	Dados / Informação para avaliação	Faixa de peso do fator
<b>Dimensão Econômica</b>			
3	Retorno Financeiro (Redução custo - redução de mão de obra, economia de matéria-prima, energia, etc.)		Ocorre (1) / Não ocorre (0)
2	Retorno Qualitativo * <i>Ex-ante</i> : Sim (Melhoria de processo, atendimento normativo, multiplicação de conhecimento, etc.)		Ocorre (1) / Não ocorre (0)
3	Aumento de Divisas * <i>Ex-ante</i> : Sim (Perspectiva de relações de comércio internacional)		Ocorre (1) / Não ocorre (0)
2	Pagamentos/recebimentos de Royalties * <i>Ex-ante</i> : Sim		Pagamento para aquisição de tecnologia: Nacional (-1). Internacional (-2) / Recebimento (2)
2	Domínio da cadeia produtiva (Se os componentes da inovação são provenientes de outros elos da cadeia produtiva)		Alta domínio (2) / Médio (1) / Pouco (0) / Nenhum (-1)
2	Mercado no qual a inovação será inserida * <i>Ex-ante</i> : Sim		Monopólio (-2) / Oligopólio (-1) / Concorrencial (0)
2	Perspectiva de mercado (tamanho da demanda) * <i>Ex-ante</i> : Sim		Alta (2) / Média (1) / Baixa (0)
2	Ciclo de vida do produto (reflete o tempo que o produto permanecerá no mercado) * <i>Ex-ante</i> : Sim		Longo (1) / Curto (0)
2	Barreiras de entrada (dificuldade para entrar no mercado)		Alta (-1) / Baixa (1)
3	Valor agregado. * <i>Ex-ante</i> : Sim. Alta tecnologia, alto nível de conhecimento e resultados de investimentos em P & D		Alto (1) / Baixo (0)
3	A inovação é passível de comercialização * <i>Ex-ante</i> : Sim.		Sim (+1) / Não (0)

**Fonte:** Jesus-Hitzschky (2011).

## ANEXO 5 – ÍNDICE DE MAGNITUDE DA DIMENSÃO SOCIAL

Peso	Indicador / Fator de moderação	Dados / Informação para avaliação	Faixa de peso do fator	Fator de correção	
<b>Dimensão Social</b>					
<i>Relações de trabalho</i>					
3	Influência nas condições de trabalho (Saúde e segurança do trabalhador)		Melhora (1) Mantém (0) Piora (-2)		
3	Diminuição dos postos de trabalho		Demissão (-1) Realocação justa (0)		
3	Geração de postos de trabalho. (Direto / indireto)		Ocorre (2) Não ocorre (0)	Fator 1	Fator 2
				Temporário (+1) Permanente (+2)	Direto (+2) Indireto (+1)
<i>Alcance social</i>					
2	Classe social beneficiada pela inovação * <i>Ex-ante</i> : Sim		Ocorre (1) Não ocorre (-1)	Classe A (+1) / Classe B (+2) / Classe C (+3) Classe D (+4) / Classe E (+5)	
<i>Divulgação Científica</i>					
2	Número de palestras ou cursos ministrados, número de participantes e tipo de público		Atribuir um ponto a cada palestra sobre a inovação.	Fator 1	Fator 2
				Nacional (+1) Internac. (+2)	<u>Nº de participantes -</u> Até 50 partic. (+1) / Acima de 50 (+2)
2	Matéria jornalística / mídia		Atribuir um ponto para cada matéria	Fator	
				Nacional (+1) / Internacional (+2)	

**Fonte:** Jesus-Hitzschky (2011).



## ANEXO 6 – ÍNDICE DE MAGNITUDE DA DIMENSÃO INTRODUÇÃO DA INOVAÇÃO

Peso	Indicador / Fator de moderação	Dados /Informação para avaliação	Faixa de peso do fator
	<b>Dimensão Introdução da</b>	<b>Inovação</b>	
2	Tipo de Inovação * <i>Ex-ante</i> : Sim		Disruptiva (2) / Melhoria incremental (1)
2	Incubação de Negócio		Ocorre (1) / Não ocorre (0)
2	Prestação de serviço		Prestação de serviço: Ocorre (1) / Não ocorre (0)
2	Registro de patente * <i>Ex-ante</i> : Sim		Ocorre (1) / Não (0)
2	Registro de variedade ou cultivar * <i>Ex-ante</i> : Sim		Ocorre (1) / Não ocorre (0)
2	Registro de software * <i>Ex-ante</i> : Sim		Ocorre (1) / Não (0)
2	Transferência de tecnologia * <i>Ex-ante</i> : Sim		Ocorre (1) / Não ocorre (0)
2	Alteração da eficácia da inovação		Sem alteração (0) / Aumento (1) / Diminuição (-1)
2	Margem de tempo para lançar o produto no mercado		Curto prazo (2) / Médio prazo (1) / Longo prazo (0)
2	Atendimento / criação da demanda		Demanda criada (1) / Demanda atendida (2)
2	Impacto na linha de produção		Ocorre (1) / Não ocorre (0)
2	O desenvolvimento da inovação ou do produto inovador necessita de capacitação da equipe de desenvolvimento ou produção		Treinamento pontual (0) / Treinamento contínuo (-1)

**Fonte:** Jesus-Hitzschky (2011).

**ANEXO 7 – ÍNDICE DE MAGNITUDE DA DIMENSÃO OCORRÊNCIAS  
INESPERADAS**

<b>Peso</b>	<b>Indicador / Fator de moderação</b>	<b>Dados /Informação para avaliação</b>	<b>Faixa de peso do fator</b>
	<b>Ocorrências</b>	<b>Inesperadas (acidentes)</b>	<b>(4 indicadores)</b>
3	Efeito adverso para o meio ambiente		Ocorre (-1) / Não (0)
3	Possibilidade de uso indevido da inovação		Ocorre (-1) / Não ocorre (0)
3	Danos à saúde humana, animal ou vegetal		Ocorre (-1) / Não ocorre (0)
3	Processo legal impetrado contra à inovação		Ocorre (-1) / Não ocorre (0)
3	Risco de adoção da tecnologia relacionado à característica da inovação		Alto (-2) / Médio (-1) / Baixo (0)

**Fonte:** Jesus-Hitzschky (2011).

## ANEXO 8 – ÍNDICE DE MAGNITUDE DA DIMENSÃO INDICADORES ESPECÍFICOS

Peso	Indicador / Fator de moderação	Dados /Informação para avaliação	Faixa de peso do fator	Fator de correção
1	Indicadores específicos	Inserir justificativa ou explicação para o indicador	Atribuir pesos variando de (-2 até +2)	
1	<i>Inserir indicadores específicos para a sua avaliação</i>			

Fonte: Jesus-Hitzschky (2011).



## ANEXO 9 – DESCRITIVO DO CENÁRIO DA INOVAÇÃO

Inovatec System - Relatório

### Relatório descritivos dos usuários por indicadores

Inovação tecnológica: 1-Tecnologia de Biodigestores Aplicada nas Fecularias do Estado do  
**Fazenda** inovação.....: 1-Comercialização

#### CENÁRIO DA INOVAÇÃO

Descrição extensão...: Nacional
<p><u>Alcance da inovação: Econômico</u></p> <p>Detalhes: Redução direta na estrutura de custos</p>
<p><u>Alcance da inovação: Legal</u></p> <p>Detalhes: A tecnologia de biodigestores atende plenamente às legislações ambientais vigentes.</p>
<p><u>Alcance da inovação: Meio Ambiente</u></p> <p>Detalhes: Redução direta no consumo de lenha para aquecimento das caldeiras</p>
<p><u>Alcance da inovação: Político</u></p> <p>Detalhes: Os benefícios proporcionados pela tecnologia de biodigestores, sobretudo os ambientais e de saúde humana, podem sensibilizar o poder legislativo (nas três esferas) a regulamentarem e ampliarem o uso de ecoinovações.</p>
<p><u>Alcance da inovação: Qualid. Pesq./Prod.</u></p> <p>Detalhes: Os entrevistados nas fecularias relataram que o uso do biogás proporcionou uma maior estabilidade na temperatura do vapor gerado pela caldeira, beneficiando a fase de secagem da fécula.</p>
<p><u>Alcance da inovação: Saúde Humana</u></p> <p>Detalhes: Melhorias diretas na saúde dos trabalhadores devido a menor exposição à fuligem provocada pela queima da lenha e diminuição na frequência de limpeza da caldeira (o acesso ao interior das caldeiras impacta negativamente na saúde do trabalhador).</p>
<p><u>Alcance da inovação: Social</u></p> <p>Detalhes: Apesar de ser considerada baixa, há a possibilidade de contratação de novos trabalhadores</p>

Fonte: INOVA-tec System após processamento dos dados.

## ANEXO 10 – DESCRITIVO DO CENÁRIO DA INOVAÇÃO

Inovatec System - Tabela

### Valores apurados por indicadores

Inovação tecnológica: 1-Tecnologia de Biodigestores Aplicada nas Fecularias do Estado do  
Fazenda inovação...: 1-Comercialização

Dimensão: Ambiental					
Critério: Conservação ambiental					
Descrição indicador	Peso	Vlr. Ind.	Soma Fator	Subtotal	
Prática de manejo ou monitoramento ambiental.	2	1,00	0,00	2,00	
					Total por critério: 2,00
Critério: Recursos hídricos, solo e ar					
Descrição indicador	Peso	Vlr. Ind.	Soma Fator	Subtotal	
Alteração da demanda por recursos naturais.	2	1,00	0,00	2,00	
Emissão de poluentes.	2	1,00	0,00	2,00	
Qualidade da água.	2	1,00	0,00	2,00	
					Total por critério: 6,00
<b>Total por Dimensão: 8</b>					
Dimensão: Capacitação					
Critério: Formação de recursos humanos					
Descrição indicador	Peso	Vlr. Ind.	Soma Fator	Subtotal	
Número de pós-graduandos.	2	5,00	0,00	10,00	
					Total por critério: 10,00
Critério: Produção científica					
Descrição indicador	Peso	Vlr. Ind.	Soma Fator	Subtotal	
Artigos científicos publicados em revista nacional ou internacional, voltado para o setor de inovação.	2	8,00	0,00	16,00	
Dissertações de Mestrado apresentadas associadas à inovação	2	4,00	0,00	8,00	
Teses de doutorado defendidas associadas à inovação.	2	1,00	0,00	2,00	
					Total por critério: 26,00
Critério: Treinamentos					
Descrição indicador	Peso	Vlr. Ind.	Soma Fator	Subtotal	
Treinamentos técnicos.	2	1,00	0,00	2,00	
					Total por critério: 2,00
<b>Total por Dimensão: 38</b>					
Dimensão: Desenvolvimento Institucional					
Critério: Aporte de recursos					
Descrição indicador	Peso	Vlr. Ind.	Soma Fator	Subtotal	
Formas de aporte de recursos.	2	1,00	0,00	2,00	
					Total por critério: 2,00
Critério: Sistema de qualidade implantado					
Descrição indicador	Peso	Vlr. Ind.	Soma Fator	Subtotal	
Atendimento normativo.	2	1,00	0,00	2,00	
Selo ISO ou outro Selo de qualidade.	2	0,00	0,00	0,00	
					Total por critério: 2,00
<b>Total por Dimensão: 4</b>					
Dimensão: Econômica					

## Inovatec System - Tabela

## Valores apurados por indicadores

Inovação tecnológica: 1-Tecnologia de Biodigestores Aplicada nas Fecularias do Estado do  
 Fazenda Inovação....: 1-Comercialização

Critério: Econômica				
Descrição indicador	Peso	Vir. Ind.	Soma Fator	Subtotal
A inovação é passível de comercialização.	3	1,00	0,00	3,00
Aumento de divisas.	3	0,00	0,00	0,00
Perspectiva de mercado (tamanho da demanda).	2	2,00	0,00	4,00
Retorno financeiro.	3	1,00	0,00	3,00
Total por critério:				10,00

Total por Dimensão: 10

## Dimensão: Indicadores específicos

Critério: Indicadores específicos				
Descrição indicador	Peso	Vir. Ind.	Soma Fator	Subtotal
Política corporativa para mudanças climáticas	1	0,00	0,00	0,00
Práticas ambientais de supply chain	1	-1,00	0,00	-1,00
Projetos de crédito de carbono	1	0,00	0,00	0,00
Relatório de gestão ambiental	1	0,00	0,00	0,00
Total por critério:				-1,00

Total por Dimensão: -1

## Dimensão: Introdução da Inovação

Critério: Ambiente da inovação				
Descrição indicador	Peso	Vir. Ind.	Soma Fator	Subtotal
Atendimento / criação da demanda.	2	2,00	0,00	4,00
Total por critério:				4,00

Critério: Ambiente para inovação na organização				
Descrição indicador	Peso	Vir. Ind.	Soma Fator	Subtotal
Impacto na linha de produção.	2	1,00	0,00	2,00
O desenvolvimento da inovação ou do produto inovador necessita de capacitação da equipe de desenvolvimento ou produção.	2	0,00	0,00	0,00
Total por critério:				2,00

Critério: Avanço tecnológico				
Descrição indicador	Peso	Vir. Ind.	Soma Fator	Subtotal
Incubação de negócio.	2	1,00	0,00	2,00
Tipo de Inovação.	2	1,00	0,00	2,00
Total por critério:				4,00

Critério: Desdobramento comercial				
Descrição indicador	Peso	Vir. Ind.	Soma Fator	Subtotal
Prestação de serviço ou consultoria.	2	1,00	0,00	2,00
Total por critério:				2,00

Critério: Eficácia da tecnologia				
Descrição indicador	Peso	Vir. Ind.	Soma Fator	Subtotal
Alteração da eficácia da inovação	2	1,00	0,00	2,00
Margem de tempo para lançar o produto no mercado.	2	1,00	0,00	2,00
Total por critério:				4,00

Inovatec System - Tabela

**Valores apurados por indicadores**

Inovação tecnológica: 1-Tecnologia de Biodigestores Aplicada nas Fecularias do Estado do  
 Fazenda inovação...: 1-Comercialização

Total por Dimensão: 16				
<b>Dimensão: Ocorrências inesperadas</b>				
<b>Critério: Ocorrências inesperadas / acidentes</b>				
Descrição indicador	Peso	Vlr. Ind.	Soma Fator	Subtotal
Danos à saúde humana, animal ou vegetal.	3	0,00	0,00	0,00
Efeito adverso para o meio ambiente	3	0,00	0,00	0,00
Possibilidade de uso indevido da inovação.	3	0,00	0,00	0,00
Processo legal impetrado contra a inovação.	3	0,00	0,00	0,00
Risco de adoção da tecnologia relacionado à característica da inovação.	3	0,00	0,00	0,00
Total por critério:				0,00
Total por Dimensão: 0				
<b>Dimensão: Social</b>				
<b>Critério: Alcance social</b>				
Descrição indicador	Peso	Vlr. Ind.	Soma Fator	Subtotal
Classe social beneficiada pela inovação.	2	1,00	0,00	2,00
Total por critério:				2,00
<b>Critério: Relações de trabalho</b>				
Descrição indicador	Peso	Vlr. Ind.	Soma Fator	Subtotal
Diminuição dos postos de trabalho.	3	0,00	0,00	0,00
Geração de postos de trabalho (direto / indireto)	3	0,00	0,00	0,00
Influência nas condições de trabalho.	3	1,00	0,00	3,00
Total por critério:				3,00
Total por Dimensão: 5				

**Fonte:** INOVA-tec System após processamento dos dados.