

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**  
**MESTRADO EM ADMINISTRAÇÃO**

**INVESTIMENTOS DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA:**  
**INDICADORES DE RESULTADOS DE PROJETOS DE PESQUISAS**

**CLAUDIA MARIA HERRLEIN PEREIRA**

Porto Alegre, dezembro de 2001

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**  
**MESTRADO EM ADMINISTRAÇÃO**

**INVESTIMENTOS DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA:**  
**INDICADORES DE RESULTADOS DE PROJETOS DE PESQUISAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul para obtenção do título de Mestre em Administração

**CLAUDIA MARIA HERRLEIN PEREIRA**

Orientadora: Profa. Dra. Edi Madalena Fracasso

Porto Alegre, dezembro de 2001

## FICHA CATALOGRÁFICA

P436i **Herrlein Pereira, Claudia Maria**

Investimentos em Ciência e Tecnologia: indicadores de resultados de projetos de pesquisa/ Claudia Maria Herrlein Pereira - Porto Alegre 2001.

111f.

Diss.(Mestrado) – UFRGS, Escola de Administração, 2001.

1. Resultados de projetos de pesquisa 2. indicadores de avaliação 3. pesquisas ambientais 4. Meio Ambiente. I Título

CDU 5/6

CIP: Tânia Fraga  
Bibliotecária - CRB – 10/765

## **BANCA EXAMINADORA**

Presidente: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Edi Madalena Fracasso (PPGA/UFRGS)

Examinadores: Prof. Dr. Alfredo Veiga Neto (UFRGS)  
Prof. Dr. Luís Felipe Nascimento (PPGA/UFRGS)  
Prof. Dr. Eugênio Ávila Pedrozo (PPGA/UFRGS)

## AGRADECIMENTOS

*Muitas pessoas me ajudaram, colaboraram com este trabalho e conviveram comigo neste período.*

*Agradeço profundamente a todas elas e, em especial:*

- *à CAPES que financiou meus estudos;*
- *à minha querida orientadora, Prof.<sup>a</sup> Edi M. Fracasso;*
- *aos demais professores do NITEC, destacando-se os Professores Felipe Nascimento e Paulo Zawislak;*
- *à FAPERGS, destacando-se César Figueiredo, Josué e Felipe Brasil;*
- *aos bolsistas do NITEC, principalmente, Joseane, Sílvia e Marcelo;*
- *ao pessoal do Laboratório de Informática do PPGA, Rosane, Reginaldo, Alexandre, Daniel e demais participantes do grupo;*
- *aos meus colegas de turma do NITEC, Lourdinha, Tininha, Rafael e Dr. Love;*
- *aos meus colegas do mestrado turma de 1999, destacando-se Lisi, Ionara, Evelyn e Mateus;*
- *ao meu afilhado Thiago, ao Adalberto e à Maria Luísa;*
- *à minha querida amiga Carla;*
- *à minha irmã Maria Fernanda e aos meus pais Liana e Eduardo.*

## **RESUMO**

A Fundação Estadual de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS) é o órgão do governo responsável pelo financiamento de projetos de pesquisa científica e tecnológica e está buscando justificar perante a sociedade estes investimentos, apresentando seus resultados e obtendo informações para auxiliar na orientação de políticas públicas de Ciência e Tecnologia (C&T). A presente dissertação visa a propor um grupo de indicadores que permita identificar os resultados de pesquisas e que auxilie às Fundações de Amparo à Pesquisa, em especial à FAPERGS, na composição de seu sistema de avaliação institucional. Para tanto, foram estudados sete projetos cujos resultados visam à melhoria e preservação do meio ambiente e verificados os resultados das pesquisas e seus impactos de inovação, sociais e de meio ambiente. O quadro de indicadores proposto, foi testado nos projetos e julgado por juízes, segundo critérios de validade, confiança, viabilidade, mensurabilidade, abrangência e relevância. Como conclusão, mostrou-se adequado para a avaliação dos casos considerados e suscetível de aprimoramento, a partir do estudo de um número maior e de diferentes tipos de projetos financiados por instituições de fomento à pesquisa.

## **ABSTRACT**

The State of Rio Grande do Sul foundation for Research Support (FAPERGS) is a governmental institution responsible for sponsoring research projects. FAPERGS is looking forward to justifying its investments to the community, presenting their results and producing information to guide Science and Technology (S&T) public policies. This dissertation aims at proposing a set of indicators to evaluate the research results and therefore helping the Research Support Foundation to develop its evaluation system. To test the indicators set, seven projects aiming at the improvement and preservation of environmental conditions were studied. The projects research results and their impacts in terms of environmental, social and innovation contributions were verified. The proposed set of indicators was tested and judged according to criteria such as: validity, reliability, viability, measurability, scope and relevance. The conclusion is that the set of indicators could be considered as adequate for evaluation of the seven cases but the set is susceptible of improvement by increasing the number and types of research projects sponsored by support foundations.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	V
ABSTRACT.....	VI
LISTA DE QUADROS .....	X
LISTA DE TABELAS.....	XI
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	XII
INTRODUÇÃO.....	1
1 OBJETIVOS.....	4
1.1 Objetivo Geral .....	4
1.2 Objetivos Específicos.....	4
2 FAPERGS .....	5
2.1 Procedimentos para Contratação dos Projetos .....	6
2.2 Avaliação <i>Ex-post</i> dos Projetos .....	7
2.3 A Questão Ambiental nos Editais da FAPERGS .....	8
3 A PROBLEMÁTICA DA AVALIAÇÃO DE PROJETOS EM C&T .....	10
3.1 Conceitos e Características da Avaliação .....	10
3.2 Indicadores de Projetos em Ciência e Tecnologia: Critérios e Tipologias .....	10
4 MEIO AMBIENTE .....	19
4.1 Indicadores de Tecnologias mais Limpas e de Eco-eficiência .....	21
5 MÉTODO DA PESQUISA .....	24
6 RESULTADOS E ANÁLISE DE DADOS.....	32
<b>6.1 Projeto 1 – Tecnologias mais limpas: “Utilização de tecnologias limpas para o tratamento e recuperação de rejeitos industriais”, coordenado pela Prof.<sup>a</sup> Jane Zoppas Ferreira, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) .....</b>	<b>37</b>
6.1.1 Indicadores de Insumos .....	33
6.1.2 Indicadores de Resultados .....	33
6.1.3 Indicadores de Impactos .....	34



<b>6.2 Projeto 2 – Testes de genotoxicidade:</b> “Monitoramento da genotoxicidade, análise de resíduos e biodegradação de poluentes na Bacia Hidrográfica do Guaíba”, coordenado pelo Prof. Luis Antonio Pegas Henriques, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).....	37
6.2.1 Indicadores de Insumos .....	38
6.2.2 Indicadores de Resultados .....	39
6.2.3 Indicadores de Impactos .....	39
<b>6.3 Projeto 3 – Microorganismos de água e esgoto:</b> “Emprego de técnicas de biologia molecular no aperfeiçoamento do diagnóstico e caracterização de microorganismos em processos de tratamento de água e esgotos”, coordenado pela Prof. <sup>a</sup> Sueli Teresinha Van der Sand, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) .....	41
6.3.1 Indicadores de Insumos .....	42
6.3.2 Indicadores de Resultados .....	42
6.3.3 Indicadores de Impactos .....	42
<b>6.4 Projeto 4 – Tratamento de chorume:</b> “Desenvolvimento de procedimentos para o tratamento de chorume via processos biológicos”, coordenado pela Prof. <sup>a</sup> Neide Pessin, da Universidade de Caxias do Sul (UCS) .....	44
6.4.1 Indicadores de Insumos .....	44
6.4.2 Indicadores de Resultados .....	45
6.4.3 Indicadores de Impactos .....	45
<b>6.5 Projeto 5 – Sorção de contaminantes:</b> “Caracterização físico-química do processo de sorção de contaminantes orgânicos pela biomassa seca de macrófitos aquáticos”, coordenado pelo Prof. Jorge Rubio Rojas, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em parceria com o Prof. Ivo André Schneider da Universidade de Passo Fundo (UPF) .....	46
6.5.1 Indicadores de Insumo .....	47
6.5.2 Indicadores de Resultados .....	47
6.5.3 Indicadores de Impactos .....	48
<b>6.6 Projeto 6 – Reciclagem de poliméricos:</b> “Reciclagem de materiais poliméricos”, coordenado pelo Prof. Ademir José Zattera, da Universidade de Caxias do Sul (UCS).....	50
6.6.1 Indicadores de Insumos .....	51
6.6.2 Indicadores de Resultados .....	51
6.6.3 Indicadores de Impactos .....	52
<b>6.7 Projeto 7 – Processamento de papel-velho:</b> “Processamento de aparas de papel velho pelo processo Soda-Oxigênio”, coordenado pelo Prof. Wagner David Gerber, da Escola Técnica de Pelotas (CFETPel) em parceria com a Empresa White Martins S.A. ....	55
6.7.1 Indicadores de Insumos .....	55
6.7.2 Indicadores de Resultados .....	56
6.7.3 Indicadores de Impactos .....	56
<b>CONCLUSÕES E SUGESTÕES</b> .....	62

REFERÊNCIAS .....	71
ANEXOS .....	74
ANEXO I.....	75
ANEXO II.....	76
ANEXO III.....	80
ANEXO IV.....	83

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Mensuração de <i>output</i> e <i>outcomes</i> de oito estudos de casos .....	13
Quadro 2: Tipos de projetos e suas características principais. ....	15
Quadro 3: Tipo e grau de novidade de uma inovação .....	17
Quadro 4: Categorias de indicadores e operacionalização .....	25
Quadro 5: Nome dos projetos e pessoal entrevistado .....	30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultados alcançados pelas onze empresas do Programa de Produção Mais Limpa adotados em 1996/97 .....	22
Tabela 2: Projetos financiados conforme Editais da FAPERGS.....	28
Tabela 3: Nome dos projetos de pesquisa selecionados, nome simplificado e valor de financiamento .....	29
Tabela 4: Resultado das pesquisas .....	59

## LISTA DE ABREVIATURAS

C&T	–	Ciência e Tecnologia
CAPES	–	Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNPq	–	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CNTL	–	Centro Nacional de Tecnologias Limpas
DBO	–	Demanda Biológica de Oxigênio
DMAE	–	Departamento Municipal de Água e Esgoto
DQO	–	Demanda Química de Oxigênio
Bolsista DTI	–	Bolsista de Desenvolvimento Técnico
Bolsista IC	–	Bolsista de Iniciação Científica
FAP's	–	Fundações de Amparo à Pesquisa
FAPERGS	–	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul
FAPERJ	–	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro
FEPAM	–	Fundação Estadual de Proteção ao Meio Ambiente
FINEP	–	Financiadora de Estudos e Projetos
OCDE	–	Organização de Cooperação para o Desenvolvimento Econômico
PADCT	–	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
SBPC	–	Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
TPP	–	Tecnologia de Produto e Processo
UCS	–	Universidade de Caxias do Sul
UFRGS	–	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSC	–	Universidade Federal de Santa Catarina
UNEP	–	United Nations Environmental Programme
UNICEF	–	United Nations Children's Fund
UPF	–	Universidade de Passo Fundo
UCS	–	Universidade de Caxias do Sul
WCED	–	World Commission on Environment and Development

## INTRODUÇÃO

O sistema de Ciência e Tecnologia (C&T) brasileiro é formado por agentes do setor industrial e empresarial, do sistema educacional e financeiro. Os agentes financeiros mais importantes são as instituições públicas nacionais e estaduais. Em nível estadual, há as Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (FAPs) – no Estado do Rio Grande do Sul, a FAPERGS – agentes que financiam projetos de pesquisa de instituições públicas e privadas na área de C&T e artes.

Como os recursos públicos destinados à pesquisa tornam-se mais disputados, a cada ano, a avaliação de projetos acarreta vários benefícios, sendo necessárias avaliações profícuas para ajudar a manter e até a aumentar esses recursos, uma vez que são identificados os resultados trazidos por investimentos realizados na pesquisa, justificando-os assim para a sociedade. Por isso, as fundações, como a FAPERGS, estão buscando os retornos dos seus investimentos.

Entretanto, até o momento, a FAPERGS, tal como outras FAPs, em seus relatórios, limitam-se a apresentar o volume de recursos investidos em cada projeto, o número de bolsas concedidas e, eventualmente, a produção bibliográfica.

Para apresentar, de forma sintética, os resultados e os impactos dos investimentos em C&T, as FAPs se defrontam com muitos problemas, tais como: a diversidade dos projetos de pesquisa, a duração de projetos não compatíveis com os períodos concedidos pelas financiadoras para a utilização dos recursos e o tempo exigido para que os resultados de pesquisa se traduzam em produtos ou processos benéficos para a sociedade.

Com o objetivo de revelar os retornos dos recursos investidos, a FAPERGS decidiu formar uma Comissão, instituída em março de 1998, para propor um sistema de avaliação. Essa Comissão trabalhou na organização de um sistema de avaliação, sugerindo um conjunto de indicadores quantitativos adaptados à natureza de cada edital e a realização de estudos de caso dos projetos que ilustrassem resultados demonstráveis também por dados qualitativos (FRACASSO et al., 1998).

A partir deste trabalho, no âmbito do Núcleo de Gestão da Inovação Tecnológica (NITEC), organizou-se um grupo com vistas a desenvolver o sistema de avaliação. O grande número e a diversidade de projetos possibilitou que o NITEC estudasse alguns já concluídos e com relatório final aprovado pela FAPERGS. Foram escolhidas pesquisas do ano de 1996, por já terem sido concluídas e seus relatórios entregues e aprovados, em sua maioria.

Há um grande interesse em analisar projetos de interação com o setor produtivo e projetos que envolvam melhoria e preservação do meio ambiente. Tanto por representarem uma nova modalidade de projetos financiados com os próprios resultados aplicados no setor produtivo, havendo a curiosidade de investigar seus resultados; como por envolverem o meio ambiente, área que ganha cada vez mais destaque no cenário mundial, com uma gama de projetos financiados por instituições públicas, entre elas a FAPERGS.

Os projetos estudados que se destinam à preservação e melhoria do meio ambiente serão chamados de “projetos de meio ambiente”. É crescente o número de programas e projetos que envolvem o meio ambiente, representando um elemento crucial na formulação e execução de planos de desenvolvimento sustentável, que pressupõem que a satisfação das necessidades da geração atual não deve comprometer o progresso econômico e social das gerações futuras (World Commission on Environment and Development - WCED, apud BOSSEL, 1997). Concilia-se desenvolvimento econômico com conservação ambiental e qualidade de vida e se trabalha com a idéia de otimização dos recursos naturais em uma perspectiva de longo prazo.

No presente trabalho, levantam-se indicadores que identificam os resultados e os impactos das pesquisas no Meio Ambiente, como também seus impactos sociais e de inovação relevantes para a FAPERGS. Este estudo é parte de um projeto mais amplo que visa à definição de um sistema de avaliação integrada de todos os projetos de pesquisa financiados pela FAPERGS.

Os capítulos restantes têm o seguinte conteúdo: no primeiro capítulo, são apresentados os objetivos gerais e específicos. No segundo, trata-se de dados a respeito do funcionamento da FAPERGS, o modo como são selecionados os projetos para receberem recursos financeiros. No terceiro capítulo, conceituam-se a avaliação e os indicadores de projetos, estabelecem-se alguns critérios para os indicadores serem julgados posteriormente e são analisados alguns trabalhos importantes na literatura que serviram de referência para a execução deste estudo. No quarto capítulo, como o objeto de estudo são projetos de pesquisa de meio ambiente, discute-se a importância dos indicadores específicos para a natureza dos projetos. No capítulo seguinte, está a metodologia, apresentando-se as etapas de realização deste estudo, os indicadores quantitativos investigados, a seleção dos projetos, a coleta de dados realizada e o procedimento de julgamento dos indicadores. No sexto capítulo, os projetos são analisados individualmente, conforme a ordem dos indicadores – insumos, resultados e impactos de inovação, sociais e de meio ambiente. Na conclusão, foi realizada a análise dos indicadores com base no julgamento de atendimento aos seis critérios estabelecidos e no teste dos sete projetos, conforme os grupos de indicadores já citados, apontando dificuldades ocorridas durante a coleta de dados e apresentando sugestões para a FAPERGS.

Como questões de pesquisa, tem-se, então: *quais são os resultados e impactos de inovação, sociais e de meio ambiente dos projetos na área de meio ambiente, financiados pela FAPERGS, e quais são os indicadores que identificam estes resultados e impactos?*



# **1 OBJETIVOS**

## **1.1 Objetivo Geral**

Propor um conjunto de indicadores para a avaliação de projetos de meio ambiente financiados pela FAPERGS.

## **1.2 Objetivos Específicos**

- Identificar os resultados e impactos de projetos de pesquisa de meio ambiente, verificando seus insumos, resultados e seus impactos de inovação, sociais e ambientais.
- Testar o conjunto de indicadores, conforme a análise dos projetos e os critérios definidos para os mesmos.
- Analisar os indicadores, a fim de identificar aqueles que permitem avaliar os projetos de pesquisa e integrar o sistema de avaliação da FAPERGS.

## **2 FAPERGS**

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) é uma agência de fomento ao desenvolvimento científico e tecnológico do Estado e está vinculada à Secretaria de Ciência e Tecnologia. Foi criada pela lei 4.920 de 31/12/1964 e instituída pelo decreto 17.280 de 24/04/1965. Sua missão é apoiar projetos de pesquisa científica e tecnológica de todas as áreas do conhecimento, apresentados por pesquisadores vinculados a instituições de todo o Estado (FAPERGS, 1998).

Desde a sua criação, a FAPERGS vem implementando programas, visando ao desenvolvimento da pesquisa científica e tecnológica no Estado. A Fundação ocupa uma posição estratégica como agência de fomento, servindo de referência para a comunidade científica e recebendo recursos de várias outras instituições, entre elas a CAPES e o CNPq, além de ser financiada, principalmente, pelo governo do Estado.

Em 1987, a criação da Secretaria de Ciência e Tecnologia trouxe novo alento à Fundação e se acreditava que a Constituição de 1989 assegurasse condições orçamentárias suficientes para recuperar a sua capacidade de atuação e para modernizá-la e diferenciá-la, de acordo com as exigências do desenvolvimento científico e tecnológico do Estado. A FAPERGS deu maior apoio à pesquisa básica e aplicada e à sua aproximação com o setor produtivo. A partir de 1990, a Constituição Estadual estipulou que 1,5% da receita líquida do Estado deveria ser repassada à FAPERGS. Com essas ações, a demanda de recursos também cresceu por parte dos

pesquisadores, mas, em nenhum exercício, o valor devido pelo Tesouro do Estado foi repassado na íntegra à FAPERGS (FRACASSO et al., 1998).

A partir de 1991, a FAPERGS iniciou uma nova forma de orientar a demanda para áreas predeterminadas por editais, procedimento que difere da chamada demanda de balcão em que os projetos eram apresentados à Fundação de acordo com os interesses dos pesquisadores. A nova forma de organizar a interação entre os pesquisadores e a FAPERGS, por meio de editais, direciona e prioriza áreas de pesquisa, de acordo com os programas do Governo e os planos da Secretaria Estadual de Ciência e Tecnologia (FRACASSO et al., 1998).

## **2.1 Procedimentos para Contratação dos Projetos**

A avaliação de projetos tem propósitos diferentes em relação aos seus objetivos. Pode ser usada com a finalidade de selecionar os projetos (*ex-ante*), de acompanhar e controlar o seu desenvolvimento (de progresso), ou de avaliar o seu desempenho ou sucesso (*ex-post*) (SBRAGIA, 1984). Cada uma dessas avaliações possui diferentes operacionalizações para a sua realização.

A FAPERGS, ao selecionar os projetos que financia, realiza avaliação *ex-ante*, segundo objetivos e requisitos e outros parâmetros indicados nos próprios editais. Nesse modelo de avaliação, a Assessoria Científica da Fundação, constituída de pesquisadores renomados, analisa cada projeto individualmente (*peer review*). A Assessoria Científica é composta por treze coordenadores de área, representando os diferentes setores do conhecimento. São eles: Arquitetura e Urbanismo, Artes e Letras, Ciências Agrárias, Ciências Biológicas, Ciências Humanas e Sociais, Ciências da Saúde, Economia e Administração, Engenharia, Física e Astronomia, Geociências, Matemática, Estatística e Computação, Química e Educação e Psicologia. Cada coordenador forma um comitê que provém da comunidade científica e tecnológica, com reconhecida proficiência em suas áreas de atuação, sem possuir vínculo com a FAPERGS. Os projetos recebem parecer de um membro do comitê e alguns também

são enviados para consultores *ad hoc*, dentro e fora do Estado, para que forneçam pareceres (FAPERGS, 1997).

O parecer avalia o mérito científico do projeto, indicando a viabilidade da execução das etapas de pesquisa, segundo o currículo dos pesquisadores, a coerência entre os recursos necessários em função dos valores de custeio e capital requeridos. Muitas vezes, são pedidas reformulações e adequações aos pesquisadores para o financiamento das pesquisas. Também possui modalidades como de associação com o setor industrial, enquadramento no edital, interação entre grupos de pesquisa, contribuição financeira de parceiros, transferência efetiva dos resultados ao setor industrial e outros previamente estabelecidos no edital.

Assim, todos os projetos de pesquisa submetidos à FAPERGS são avaliados *ex-ante* e selecionados os que irão receber recursos. Dessa forma, em 1996 e 1997, foram submetidos à avaliação um total de 1.252 projetos, sendo aprovados 324 que compreendiam o valor de R\$ 13.956.174,00, portanto uma média de R\$ 43.075,00 por projeto de pesquisa. Além dos projetos de pesquisa, a FAPERGS concede recursos para auxílio na organização de eventos, auxílio recém-doutor, auxílio participação em reuniões, auxílio pesquisador visitante, apoio à pós-graduação. Em 1997, a FAPERGS também deu apoio a 797 auxílios e projetos contratados de editais, perfazendo uma média de R\$ 18.861,00 por atividade.

## **2.2 Avaliação *Ex-post* dos Projetos**

Em cada projeto enviado à FAPERGS, é aberto um processo em que constam basicamente: o projeto, o parecer do assessor científico ou consultor *ad hoc*, com a aprovação ou não do projeto, as cartas informando a aprovação, a destinação dos recursos em diferentes rubricas, os relatórios técnicos de pesquisa e o parecer final do assessor científico referente à avaliação *ex-post* do projeto.

Após o término da pesquisa, são enviados o relatório financeiro ou prestação de contas para o Departamento Financeiro e o relatório técnico ao Comitê Científico para análise e aprovação, sendo essa última feita por meio de um parecer.

O parecer *ex-post* é realizado de forma sucinta, em duas ou três linhas, não incluindo a análise dos parâmetros iniciais presentes no parecer *ex-ante*. Em outras palavras, não é atendida a recomendação de que o parecer *ex-post* deva utilizar parâmetros presentes no parecer *ex-ante*, verificando até que ponto os itens que levaram à seleção do projeto foram atendidos (SBRAGIA, 1984). Portanto, no caso da FAPERGS, apesar de todo o cuidado com o processo, principalmente com a comprovação financeira, não há nenhum procedimento que permita sumarizar os resultados do projeto e se demonstre o seu impacto.

Com o intuito de estudar uma forma que permita à FAPERGS aprimorar a avaliação *ex-post*, no próximo capítulo (Capítulo 3), fala-se sobre a importância, a dificuldade de avaliação dos projetos de pesquisa e a necessidade de eleger um conjunto de indicadores para obter as informações que permitam esta avaliação e sua posterior divulgação. A próxima subseção trata do aumento de importância que a área de meio ambiente passa a ter nos editais da FAPERGS.

### **2.3 A Questão Ambiental nos Editais da FAPERGS**

A preocupação com a questão ambiental começa a ser mais freqüente, sendo um dos parâmetros para a seleção de projetos em vários editais da FAPERGS de anos recentes. Por exemplo, no *Edital de Biotecnologia* (07/96), lançado em 1996, a FAPERGS financiava projetos de pesquisa que envolvessem biotecnologia ambiental. No *Edital de Química* (08/96), eram financiados projetos envolvendo química ambiental, tecnologias mais limpas, simulação e otimização de produtos que agridem o meio ambiente. No *Edital de Materiais e Processos* (10/96), eram financiados projetos que resultassem em redução e otimização de recursos do processo produtivo e tecnologias mais limpas. Os projetos selecionados para este estudo pertencem a esses três editais.

Em 1999, a FAPERGS lançou o *Edital de Políticas Públicas*, financiando projetos que considerassem a qualidade de vida e a preservação do meio ambiente, inovação e modernização tecnológica e adoção e difusão de tecnologias mais limpas,

substituição de processos produtivos poluentes e projetos baseados no conceito de “Emissão Zero” (Edital 01/99). Muitos dos editais lançados pela Fundação mencionam a necessidade de as pesquisas incluírem aspectos referentes à preservação ambiental e melhoria de qualidade de vida em direção ao desenvolvimento sustentável do Estado (FAPERGS, 1997, p.19).

A importância atribuída a esta área é tal que, em janeiro de 2000, foi lançado o Edital 03/2000 da FAPERGS, financiando projetos de tecnologias mais limpas, que informa sobre a adoção de tecnologias com estudos de viabilidades econômica e ambiental voltadas às necessidades do setor produtivo e em interação com universidades e outros centros de pesquisa. Esses projetos não foram considerados neste estudo, por não estarem concluídos.

Neste trabalho, no capítulo 4, serão discutidos problemas ambientais existentes no Brasil, a importância dos projetos de pesquisa nesta área e apresentados indicadores para revelar os impactos positivos gerados com os projetos.

### **3 A PROBLEMÁTICA DA AVALIAÇÃO DE PROJETOS EM C&T**

#### **3.1 Conceitos e Características da Avaliação**

A avaliação de projetos é um processo utilizado para determinar, de forma sistemática e objetiva, a efetividade e a eficiência do impacto das atividades que se objetiva verificar. Constitui-se uma importante ferramenta gerencial de ação orientada para o aumento de conhecimento e experiências, tanto para atividades correntes como para planejamentos futuros, programação e tomada de decisões (UNICEF, 1990).

A avaliação de projetos constitui-se uma tarefa complexa e necessária, pois influencia a tomada de decisão com respeito a investimentos públicos. Num ambiente de escassez de recursos, qualquer investimento deve proporcionar um resultado que compense o esforço despendido. Entre as diferentes formas de proceder avaliações de resultados e impactos de projetos estão: estudos de casos, pesquisas tipo *survey* junto aos beneficiários. Entretanto, quando se trata de avaliar um programa em que existam projetos de pesquisa muito diversificados, no afã de simplificar e sintetizar resultados, recorre-se a diferentes tipos de indicadores quantitativos, basicamente bibliométricos e de desenvolvimento técnico que serão apresentados na próxima seção.

#### **3.2 Indicadores de Projetos em Ciência e Tecnologia: Critérios e Tipologias**

Na área de C&T, indicadores são medidas quantitativas ou informações qualitativas sobre projetos, envolvendo atividades científicas e tecnológicas e seus resultados.

Geisler (2000) escreve que, no caso de C&T, os indicadores possuem vantagens por serem relativamente objetivos e de fácil aplicação, mas também possuem desvantagens como a confiança nos dados arquivados que podem sofrer variações.

Para se chegar a esses indicadores, Geisler (2000) escreve que é necessário definir alguns passos de construção do sistema de avaliação. Primeiramente, deve-se saber o que se deseja mensurar e atingir. Com base nesses aspectos, levanta-se um conjunto de medições passíveis de serem avaliadas, que são combinadas e colocadas sob forma de indicadores. Por último, testam-se esses indicadores, segundo critérios estabelecidos que devem ser obedecidos, para que possa, realmente, servir de auxílio em sua avaliação. Esse indicador deve ser:

- válido, medindo realmente a dimensão ou construto que se propõe a medir em relação à dimensão ou construto que se está propondo a buscar, servindo para análises e tomada de decisão;
- confiável, referindo-se ao grau em que diferentes leituras do indicador são feitas no decorrer do tempo e se mantêm num intervalo aceitável;
- abrangente, o indicador serve para ser utilizado em diferentes tipos de projetos e diferentes áreas de conhecimento;
- viável, o indicador deve ser de fácil coleta, considerando seu custo e benefício;
- mensurável, com facilidade para agregação, cálculo e comparação;
- relevante, o indicador deve ser útil na análise e na tomada de decisão.

Esses critérios serão utilizados no trabalho de forma a assegurar a veracidade da análise e, através deles, podem ser analisados os indicadores de resultados dos projetos, respeitando as suas características individuais. Projetos, normalmente, têm caráter não rotineiro e temporário, freqüentemente envolvendo tarefas complexas e interdisciplinares (KRUGLIANSKAS, 1989). Os projetos na área de C&T são extremamente variados devido às áreas de conhecimento envolvidas e os numerosos campos de aplicação dos conhecimentos gerados que enfatizam diferentes objetivos



econômicos e sociais. Por isso, alguns indicadores servirão apenas para um tipo de programa ou projeto. Em face dessa diversificação, existem várias tipologias de indicadores.

Segundo Kostoff (2000), existe uma variedade de dimensões ou construtos comuns na área de ciência e tecnologia que são comumente usados. O construto mais simples é o que envolve insumos e resultados e relata aspectos básicos da pesquisa e do período em que ela ocorreu. Outros envolvem uma complexidade maior, são os de impacto que resgatam desdobramentos dos períodos seguintes.

Uma dessas tipologias, a da OCDE (1997), considera três tipos de indicadores: *inputs*, *outputs* e *outcomes*. Indicadores de *inputs* são referentes à aplicação dos recursos, como bolsas de estudos, compra de máquinas e equipamentos e materiais de consumo. Indicadores de *outputs* referem-se aos resultados primários das atividades de pesquisa e são os avanços do conhecimento em forma de publicações, artigos em revistas científicas, livros, artigos de congressos, etc. Já patentes e outros itens que dizem respeito à potencial ou efetiva aplicação dos resultados da pesquisa (*designs*, desenvolvimento de *softwares*, etc.) são chamados de *second rank outputs*. Os indicadores de *outcomes* referem-se à formação de recursos humanos (bacharéis, pós-graduados e bolsistas já graduados), à aplicação concreta dos resultados (por exemplo, em forma de inovação tecnológica), o aumento da especialidade e capacidade dos pesquisadores e institutos para consultoria, contratação de serviços de pesquisa. Os indicadores de *outcomes* podem, também, incluir desenvolvimento de projetos em conjunto entre grupos de pesquisa do mesmo ou de outros países e também a contribuição geral do projeto para a cultura.

Para reconhecer os indicadores de desempenho em projetos de desenvolvimento científico e tecnológico, Cozzens e Melkers (1997) utilizaram oito estudos de caso de projetos de pesquisa para identificar as medidas de *outputs* e *outcomes* relevantes para cada caso, conforme Quadro 1, no qual se pode verificar que os projetos geram resultados diferentes, segundo suas características próprias, o que faz com que um projeto, muitas vezes, não preencha todos os indicadores, mas muitos deles.

Quadro 1: Mensuração de *output* e *outcomes* de oito estudos de casos

<b>Medidas</b>	<b>AR</b>	<b>IN</b>	<b>KS</b>	<b>MN</b>	<b>OK</b>	<b>PA</b>	<b>TX</b>	<b>UT</b>
Empregos criados/novos empregos	X	X	X	X	X	X	X	X
Média salarial dos empregos criados				X		X	X	X
Empregos preservados		X	X	X	X	X		
Média salarial de empregos preservados						X		
Spin- offs/novas firmas						X	X	X
Patentes/ licenças	X		X		X		X	X
Posição no mercado	X		X		X	X	X	X
Aumento de vendas		X	X	X	X			
Redução de custos / custos evitados		X	X	X				
Novo produto desenvolvido	X		X	X				
Novos produtos comercializados			X				X	
Número de publicações					X		X	
Número de cooperações					X		X	
Aumento de gastos decapital		X	X					
Medidas de satisfação dos clientes			X	X				

Fonte: COZZENS e MELKERS, 1997.

Ohayon (1990), ao propor um sistema de avaliação institucional envolvendo não apenas os resultados dos projetos financiados, mas os próprios recursos administrativos e a dinâmica interna da Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio de Janeiro (FAPERJ), classifica seus tipos de indicadores como sendo: recursos, dinâmica interna da FAPERJ, resultados diretos da FAPERJ, atividades de produção científica e técnica apoiadas pela FAPERJ, utilização dos resultados e efeitos.

Outra tipologia apresentada por Valdés (apud BERNAL e JARAMILLO, 1989), no Quadro 2, permite uma identificação das principais características dos projetos, na busca de ferramentas para avaliações em função do tipo de projeto. No trabalho, os projetos podem envolver tanto pesquisa básica como aplicada, podendo se caracterizar em mais de um tipo de classificação do Quadro 2.

Os tipos de projetos são classificados de acordo com seu objetivo e não são mutuamente exclusivos, pois se podem combinar diferentes objetivos num mesmo

projeto. Um projeto de criação científica, por exemplo, pode ser iniciado como uma primeira etapa de um projeto de desenvolvimento tecnológico e também envolver formação de recursos humanos.

Para avaliar o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) apresentou os seguintes tipos de indicadores: números de pesquisadores engajados por titulação acadêmica, resultados científicos e resultados tecnológicos.

Os indicadores de número de pesquisadores engajados em projetos por titulação acadêmica são: livre docente/professor titular, Ph.D, mestres, bacharéis, especialistas e técnicos. Como indicadores de resultados científicos, têm-se: teses – Ph.D e mestrado, publicações – nacionais e internacionais e congressos. Como indicadores de resultados tecnológicos, têm-se: produtos, protótipos, processos, patentes, tecnologias transferidas e *softwares* gerados.

Esses indicadores referem-se a resultados primários gerados pelas pesquisas, mas não contemplam seus impactos e desdobramentos. Todos estão divididos por subprogramas lançados no Edital do PADCT-II e é feito um somatório de cada indicador referente aos projetos (CNPq, 2000).

Desde a década de sessenta, ocorrem esforços com relação à busca de indicadores que mensurem e sistematizem os resultados das atividades no campo de C&T. Uma das primeiras tentativas de padronizar estes indicadores está no *Manual Frascatti* proposto pela Organização de Cooperação para o Desenvolvimento Econômico (OCDE) ainda na década de 1960. Várias outras iniciativas, nesse sentido, acabaram resultando no *Manual de Oslo* (MARTINEZ e ALBORNOZ, 1998).

Quadro 2: Tipos de projetos e suas características principais

<b>Tipo de projeto</b>	<b>Beneficiários e executores</b>	<b>Requerimentos críticos</b>	<b>Resultados esperados</b>	<b>Indicadores de êxito</b>
Inovação tecnológica	Empresas Universidades, institutos e centros de pesquisa com contrato	Identificação de necessidades do mercado Capacidade de gestão tecnológica da empresa Integração do pacote tecnológico Atenção imediata do mercado	Produção comercial de novos produtos Aplicação comercial de novos processos ou sistemas	Rentabilidade econômico-financeira do investimento Crescimento de vendas
Desenvolvimento tecnológico	Institutos de pesquisa tecnológica Cooperação universidade-indústria Empresas com política de P&D avançados	Previsões da necessidade de mercado em médio prazo Vinculação com a indústria desde o início do projeto Organização da difusão e transferência de tecnologia	Protótipos de novos produtos para produção comercial Novos processos testados em laboratórios e plantas piloto Sistemas organizacionais testados em amostra representativa de empresas	Empresas interessadas na produção industrial dos desenvolvimentos Difusão de tecnologia por canais formais e informais Concessão de patentes
Criação científica	Centros de investigação Universidades	Busca bibliográfica detalhada Alto nível científico dos investigadores Tradição investigativa	Informes científicos Protótipos de laboratório	Publicação em revistas nacionais e internacionais Aporte do “estado da arte” Concessão de patentes Interesse de empresas e institutos tecnológicos em utilizar os produtos e processos
Formação de recursos humanos	Universidades Centro de investigação Empresas	Identificação de campos de interesse Seleção de alunos Garantia de trabalho de acordo com a especialização	Número determinado de pessoal profissional e técnico formado e capacitado em diferentes áreas	Cumprimento dos programas acadêmicos pelos profissionais e técnicos Vinculação dos alunos aos postos de trabalho ou atividades do seu ramo (conforme conclusão dos estudos)
Serviços científicos e tecnológicos	Centros de serviços de C&T Firmas de engenharia e consultoria Institutos tecnológicos	Boa organização, qualidade e agilidade de serviço Especialização Domínio do manejo de fontes de informação Excelente comunicação Infra-estrutura de informática	Prestação de serviços de informática e assessoria Apoio a seleção e negociação de tecnologia concretas	Solução de problemas técnicos e econômicos Utilização de engenharia nacional em projetos de investimento Melhoria da qualidade de bens e serviços Melhores condições de negociação de tecnologia

Fonte: Adaptado de VALDÉS apud BERNAL, C. y JARAMILLO, L. *Tipologia de programas y proyectos de desarrollo científico-tecnológico*. Documento de trabajo. SECAB. Bogotá-Colômbia. Sep. 1989.

O *Manual de Oslo* tem a finalidade de mensurar as atividades de inovação tecnológica na indústria, para maior compreensão do processo de inovação. Possui definições e instruções para a sua execução, garantindo sua comparabilidade entre os países membros da OCDE (OCDE, 1998). Conforme Martinez e Albornoz (1998), existem quatro tipos de indicadores importantes: **de insumos, de produto, de inovação e social**. Desses, segundo os autores, apenas os três primeiros são abordados pelo *Manual de Oslo*.

Os **indicadores de insumos** representam os recursos investidos das pesquisas. Segundo Martínez e Albornoz (1998), financiamentos, recursos, humanos e recursos materiais não revelam as características específicas dos processos de investigação científica e desenvolvimento tecnológico, entretanto são importantes para a análise da relação entre insumos, resultados e impactos.

Os **indicadores de produto** referem-se aos resultados dos investimentos em atividades científicas e tecnológicas e são, basicamente, indicadores bibliométricos e de patentes. Os indicadores de patentes são utilizados pela facilidade da obtenção de dados, nacional e internacionalmente, sendo muito criticados por não refletirem as capacidades reais de produção de inovações. Muitas patentes não se transformam em inovações. Já os bibliométricos são utilizados como base de dados de publicações científicas (MARTÍNEZ e ALBORNOZ, 1998).

Os **indicadores de inovação**<sup>1</sup> referem-se ao impacto resultante da geração de novos produtos e processos. São consideradas inovações tecnológicas de produto ou de processo aquelas mudanças que implicam uma alteração da natureza (dos atributos) ou no uso de um produto ou processo. Uma das características de inovação constantes do *Manual de Oslo* é o grau de novidade de uma inovação tecnológica que pode ser de

---

<sup>1</sup> Estes indicadores foram desenvolvidos a partir da ênfase nos processos de inovação industrial como base de competitividade e crescimento econômico. Esforços analíticos, estudos empíricos e desenvolvimentos teóricos relativos aos processos de inovação tecnológica nos países industrializados resultaram no Manual de OSLO, em 1992. Esse Manual foi confeccionado para os países membros da OCDE medirem suas atividades de inovação tecnológica na indústria. Possui uma série de definições e instruções para o correto levantamento e utilização dos dados. Existem, no entanto, dificuldades para sua operacionalização como padrão de mensuração das atividades de inovação nos países em desenvolvimento (MARTÍNEZ e ALBORNOZ, 1998).

grau máximo, intermediário e mínimo, conforme seja nova no mundo, no país ou na empresa que a utilizar (Quadro 3).

O impacto da inovação na empresa pode ser medido por indicadores como: crescimento de vendas com a colocação do novo produto ou produto melhorado no mercado, aumento de faturamento da empresa com a adoção da inovação, diminuição dos custos com o novo processo e número de novos produtos no mercado (OCDE, 1998). Alguns dos indicadores de inovação, em outras tipologias, são considerados econômicos.

Quadro 3: Tipo e grau de novidade de uma inovação

		Inovação			
		Máxima	Intermediária	Mínima	
		Nova para o mundo	Nova para o país ou região	Nova para a empresa	
	Tecnologicamente novas	Produto			
		Processo de produção			
		Processo de distribuição			
	Tecnologicamente significativamente melhorada	Produto			
		Processo de produção			
		Processo de distribuição			

Fonte: Adaptado do *Manual de Oslo*, 1998.

Os **indicadores de impacto social** referem-se às contribuições resultantes das atividades científicas e tecnológicas para a sociedade. Segundo Martínez e Albornoz (1998), esses indicadores refletem a realidade de uma economia na qual a rentabilidade social de C&T se confunde com a econômica. *Indicadores de impacto social*, embora não constantes do *Manual de Oslo* ou do *Manual Frascati*, são mencionados por Martinez e Albornoz (1998).

Podem ser considerados como indicadores sociais: a criação de uma empresa (*spin-offs*), o aumento dos postos de trabalho ou novos serviços criados na empresa em função da tecnologia, da qualificação dos funcionários e na receita de impostos.

Os indicadores, além de terem todas essas características, devem ser específicos, dependendo da natureza dos projetos. Nem todos os indicadores

mencionados anteriormente são relevantes para todos os projetos, pois poderão variar de acordo com os objetivos e a natureza dos mesmos. Além disso, é importante considerar que, nos projetos em etapas iniciais, cuja solução tecnológica não foi atingida, torna-se mais difícil a mensuração de indicadores de impacto.

Além dos indicadores considerados nessa sessão, existe um outro conjunto referente ao impacto que os resultados de projetos de C&T acarretam para o meio ambiente. Como se trata de uma característica essencial dos projetos estudados neste trabalho, o próximo capítulo discute questões ligadas ao meio ambiente, além de um conjunto de indicadores de impacto ambiental.

## **4 MEIO AMBIENTE**

A questão ambiental é indissociável de questões tecnológicas, econômicas, políticas, sociais e culturais.

Existe, no mundo, uma preocupação crescente em relação ao meio ambiente na busca pelo desenvolvimento sustentável e, ao mesmo tempo, observa-se que há um agravamento cada vez maior dos problemas ambientais em escala global. Verifica-se, também, que o preço da preservação dos recursos naturais e da despoluição ambiental torna-se cada vez mais alto.

Nesse contexto, as fontes de recursos naturais são limitadas e deve-se utilizá-las de forma a garantir que as futuras gerações possam também ter acesso a eles.

A principal preocupação das décadas de cinquenta e sessenta é com o aumento da produção. O modelo fordista, preocupado em igualar a produção à demanda, atendendo às massas populares, não levou em consideração os recursos naturais não-renováveis. Nas décadas de setenta e oitenta, tem início a avaliação do impacto ambiental e o sistema de licenciamento da produção. Pode-se dizer que a poluição é uma externalidade negativa e, conforme seu grau, inviabiliza a utilização de recursos naturais, trazendo prejuízo principalmente a terceiros.

As leis ambientais procuram estabelecer regras para que haja uma internalização desta poluição responsabilizando a quem polui. No Brasil, a Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente. Principalmente a partir do final da década de oitenta, passou-se a dar uma maior importância para a questão ambiental, através de uma maior regulamentação nesta



área. As agências financiadoras da malha científica brasileira passaram a custear um número maior de projetos ambientais.

Antes da vigência da legislação ambiental, o controle da poluição era feito pelas empresas apenas no final do processo de produção, quando o resíduo já tinha sido gerado, o que é chamado de despoluição de “final de tubo” (*end-of-the-pipe*). Atividades com relação à correção de algum impacto negativo ao meio ambiente eram consideradas sempre pós-crise, e a prevenção era raramente pensada como forma de evitar a geração de resíduos em busca de menor poluição. Na década de noventa, surgem códigos voluntários de conduta, selos verdes, instrumentos econômicos, regulamentações ambientais, análise do ciclo de vida e vários outros mecanismos que demonstram uma crescente preocupação com o meio ambiente. Nessa época, surgem, constantemente, projetos que visam a atender e adequar tecnologias, incluindo-se a variável “meio ambiente“ como um dos fatores importantes para sua realização na busca de soluções para as questões ambientais. A legislação, porém, não foi suficiente para eliminar a maioria dos problemas ambientais que ainda persistem.

Para Castro (1998, p. 40), as principais questões ambientais do Brasil são:

- saneamento básico inadequado e inexistente;
- crescimento da população;
- pobreza;
- urbanização descontrolada;
- consumo e desperdício de energia;
- perda de solo agriculturável e desertificação;
- práticas agrícolas inadequadas;
- substâncias tóxicas perigosas;
- ineficiente gestão de recursos hídricos;
- mineração e garimpos predatórios;
- processos industriais poluentes;

- poluição do ar em áreas metropolitanas; e
- destruição de ecossistemas importantes, tais como mata atlântica, cerrado e caatinga, Amazônia, mangues, além de outros.

O Rio Grande do Sul possui muitos desses problemas ambientais merecedores da atenção dos pesquisadores que elaboram projetos para os quais buscam financiamentos. Por exemplo, na FAPERGS, dos 41 projetos financiados pelos editais lançados em 1996 de Química, Biotecnologia e Materiais e Processos, doze destinaram-se à melhoria e à preservação do meio ambiente.

Para identificar os benefícios ambientais gerados pelos produtos e processos novos e melhorados, resultantes dos projetos, são apresentados indicadores de tecnologias mais limpas e de eco-eficiência<sup>2</sup> na próxima subseção.

#### **4.1 Indicadores de Tecnologias mais Limpas e de Eco-eficiência**

O conceito de “tecnologias mais limpas” foi introduzido, em 1989, pelo United Nations Environment Programme (UNEP), como uma aplicação de uma estratégia ambiental integrada, preventiva e contínua para processos, produtos e serviços. No que se relaciona a processos, busca-se o aumento de eficiência no uso de matérias-primas, consumo de água e energia e redução das quantidades de toxicidade das emissões e resíduos. Com relação a produtos, estuda-se a redução de seus impactos negativos durante o ciclo de vida, desde a extração da matéria-prima até sua última utilização. Na área de serviços, incorpora-se uma preocupação ambiental no que se refere a desenhos e serviços de entrega e outros (UNEP, 1999).

A procura pela adoção de tecnologias que otimizem o consumo destes recursos naturais despertou o interesse de muitas empresas para que invistam em pesquisa; desenvolvam ou procurem parceiros para auxiliar neste processo; procurem solucionar seus problemas de resíduos e efluentes industriais, utilizando produtos menos

---

<sup>2</sup> A expressão eco-eficiência é utilizada pelo Business Council for Sustainable Development (BCSD). Tem o objetivo de atingir, através da competitividade dos preços de bens e serviços que satisfaçam às necessidades humanas, um nível maior de qualidade de vida que seja compatível com a capacidade do planeta.

poluentes que, no entanto, permitam obter maiores ganhos; e, ainda, estejam de acordo com as leis ambientais.

Além disso, as instituições internacionais de fomento, em sua análise de financiamento às empresas, dão importância aos aspectos ambientais no que se refere a riscos e a impactos negativos, pois representam um passivo ambiental que é imputado às empresas privadas ou públicas (EPSTEIN, 1998).

Fazem parte do comprometimento com o desenvolvimento sustentável as atividades de desenvolvimento de tecnologias mais limpas para os setores produtivos. O Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL) é um centro de pesquisa existente em países emergentes que estuda a adoção de tecnologias mais limpas em empresas. No mundo, existiam, em 1998, dez Centros de Pesquisa em funcionamento e mais dois em fase de implantação, sendo um deles, na América do Sul, no Rio Grande do Sul. Como parte da análise do processo de implantação das tecnologias mais limpas, o CNTL do Rio Grande do Sul definiu, em seu Relatório em 1998, a partir da análise de resultados de estudos feitos em onze empresas de diversos setores da economia do Estado, um grupo de indicadores ambientais e econômicos mostrados na Tabela 1. É importante salientar que, mesmo se tratando apenas de onze casos, nem todos os indicadores apresentados nessa tabela eram comuns a todas as onze empresas (CNTL, 1998).

Tabela 1: Resultados alcançados pelas onze empresas do Programa de Produção mais Limpa adotados em 1996/97

<b>Programa de Produção mais Limpa</b>	<b>Totais</b>
Número de empresas participantes	11
Redução na geração de resíduos perigosos	97 ton./ano
Redução no consumo de matérias-primas	120 ton./ano
Redução no consumo de energia elétrica	1.660 Mwh/ano
Redução no consumo de água	120 mil m <sup>3</sup> /ano
Investimentos necessários	R\$ 220 mil
Benefícios econômicos obtidos	R\$ 479 mil/ano

Fonte: CNTL, 1998.

Além desses dados, o CNTL apresentou quadros em que foram apontadas, em cada empresa analisada, diversas modificações qualitativas ocorridas no processo produtivo. Pode-se constatar, conforme os dados da Tabela 1, reduções no consumo de matérias-primas e insumos, na geração de resíduos perigosos, no consumo de água e de energia elétrica que, uma vez reduzidos a valores monetários, significaram um ganho econômico para as empresas da ordem de R\$ 479.000,00 (CNTL, 1998).

Enquanto a produção mais limpa tem início na determinação da eficiência ambiental com benefícios econômicos positivos, a eco-eficiência advém de uma determinação de eficiência econômica com impacto ambiental positivo (UNEP, 1999). Os indicadores de eco-eficiência são os mesmos indicadores de tecnologias mais limpas, acrescidos do índice de toneladas recicladas por toneladas produzidas.

Segundo a UNEP (1999), buscar melhor performance nesses indicadores, com iniciativas de produção mais limpa e eco-eficiência, direciona a produção e os padrões de consumo para uma economia sustentável. As empresas diminuem seus impactos ambientais negativos, buscando, continuamente, maiores margens de lucro e aumento da produtividade com redução de seus resíduos, do passivo ambiental e ainda mostrando à comunidade sua atitude responsável e compromisso com o meio ambiente.

Das diferentes tipologias de indicadores discutidas neste capítulo, foram escolhidos grupos de indicadores para serem verificados nos projetos. São eles: de insumos, de produto e de impactos de inovação sociais e ambientais. A escolha desses indicadores resulta da frequência com que aparecem na literatura e da necessidade de simplificação do processo de avaliação dos impactos dos projetos. No próximo capítulo deste trabalho, são explicitados os indicadores pertencentes a cada um dos grupos, bem como os demais aspectos metodológicos do trabalho.

## 5 MÉTODO DA PESQUISA

Segundo Piric e Reeve (1996), os métodos para avaliar investimentos públicos em pesquisa podem variar de quantitativos a qualitativos, envolvendo tanto estudos econométricos como estudos de caso, financeiros ou histográficos. Para os autores, o estudo de caso tem como vantagem, além de dados oriundos de diversas fontes, a facilidade de identificar a performance dos indicadores levantados.

Com base no conjunto de indicadores levantados na literatura, realizou-se, neste trabalho, um estudo dos projetos de pesquisa que foram examinados, caso a caso, considerando suas particularidades e identificando seus resultados e impactos em forma de indicadores que, por sua vez, foram analisados conforme determinados critérios e sugeridos na composição de um sistema de indicadores para a avaliação de projetos de pesquisa financiados pela FAPERGS.

As etapas da pesquisa foram as seguintes:

*1ª etapa:* A partir da revisão de literatura, foram classificados os grupos de indicadores como sendo das seguintes categorias: insumos, resultados e impactos de inovação sociais e ambientais. Os indicadores e sua operacionalização estão explicitados no Quadro 4.

Quadro 4: Categorias de indicadores e operacionalização

Divisão dos indicadores	Indicadores operacionais	Operacionalização
1. Insumos	1.1 Valor FAPERGS (R\$)	Valor total cedido pela FAPERGS, em Reais, para ser executado o projeto
	1.1.1 Capital	Valor cedido pela FAPERGS, em Reais, para ser gasto em capital (máquinas e equipamentos, livros, computadores, etc.)
	1.1.2 Custeio	Valor cedido pela FAPERGS, em Reais, para ser gasto em custeio (material de laboratório, material de escritório, etc.)
	1.2 Valor Empresa	Valor total cedido pela empresa, em Reais, para ser executado o projeto
	1.2.1 Capital	Valor cedido pela empresa, em Reais, para ser gasto em capital (máquinas e equipamentos, livros, computadores, etc.)
	1.2.2 Custeio	Valor cedido pela empresa, em Reais, para ser gasto em custeio (material de laboratório, material de escritório,...)
	1.3 Valor total da pesquisa	Valor total, em Reais, para ser executado o projeto
2. Resultados na produção e difusão de conhecimentos	2.1 Produção intelectual	
	2.1.1 Teses	Número de teses defendidas referente ao projeto até a data da entrevista
	2.1.2 Dissertações	Número de dissertações defendidas referente ao projeto até a data da entrevista
	2.1.3 Trabalhos de conclusão de curso de graduação e de especialização	Número de trabalhos de conclusão de curso de graduação e de especialização apresentados referente aos resultados do projeto até a data da entrevista
	2.1.4 Manuais de instrução	Número de manuais contendo informações detalhadas sobre como utilizar máquinas e equipamentos resultantes do projeto
	2.1.5 Artigos em revistas científicas nacionais	Número de artigos publicados em periódicos e revistas científicas nacionais até a data da entrevista
	2.1.6 Artigos em revistas científicas internacionais	Número de artigos publicados em periódicos e revistas científicas internacionais até a data da entrevista
	2.1.7 Artigos em congressos nacionais	Número de artigos publicados em anais de congressos encontros e reuniões científicas nacionais até a data da entrevista
	2.1.8 Artigos em congressos internacionais	Número de artigos publicados em anais de congressos, encontros e reuniões científicas internacionais até a data da entrevista
	2.1.9 Livros	Número de livros publicados ou no prelo

Divisão dos indicadores	Indicadores operacionais	Operacionalização
2. Resultados na produção e difusão de conhecimentos	2.1.10 Capítulo de livros	Número de capítulos de livros publicados ou no prelo
	2.1.11 Resumos publicados em encontros e reuniões científicas	Número de resumos publicados de trabalhos apresentados em fóruns, encontros e reuniões científicas
	2.1.12 Apresentação de bolsistas de IC	Número de apresentação de bolsistas de iniciação científica em salões de iniciação científica e encontro de jovens pesquisadores, durante o período da pesquisa
	2.1.13 Patentes	Número de patentes requeridas e concedidas
	2.1.13.1 Requerimentos de patentes	Número de patentes requeridas até a data da entrevista
	2.1.13.2 Concessões de patentes	Número de concessões de patentes até a data da entrevista
	2.1.14 <i>Softwares</i> gerados	Número de <i>softwares</i> gerados
	2.1.15 Protótipo	Número de protótipos gerados
	2.1.16 Novas disciplinas	Número de disciplinas que foram criadas em função dos conhecimentos gerados pela pesquisa
	2.1.17 Disciplinas que incluíram o conteúdo da pesquisa	Número de disciplinas que foram alteradas em função da adição dos conhecimentos gerados pela pesquisa
	2.1.18 Pessoas que assistiram a cursos	Número de alunos que assistiram a cursos dados envolvendo o tema do projeto
	2.1.19 Reportagens em jornais de grande circulação	Número de reportagens publicadas em jornais de circulação regional
	2.1.20 Entrevistas na televisão	Número de entrevistas dadas na televisão sobre a pesquisa ou envolvendo a parte técnica pesquisada
3. Impactos de Inovação	3.1 Tipos de inovações	Tipos de inovações geradas
	3.1.1 Novos produtos	Novo produto resultante do projeto
	3.1.2 Produtos melhorados	Produto já existente que foi melhorado resultante do projeto
	3.1.3 Novos processos	Novo processo resultante do projeto
	3.1.4 Processos melhorados	Processo melhorado resultante do projeto
	3.2 Nível da inovação tecnológica	
	3.2.1 nova no mundo	A tecnologia resultante do projeto é nova no mundo
	3.2.2 nova no país	A tecnologia resultante do projeto é nova no país
	3.2.3 nova na empresa	A tecnologia resultante do projeto é nova na empresa
	3.3 Resultado para a empresa	Resultados econômicos para a empresa parceira no projeto em função da adoção da inovação

Divisão dos indicadores	Indicadores operacionais	Operacionalização
3. Impactos de Inovação	3.3.1 Aumento de faturamento (R\$)	Aumento de faturamento da empresa, em Reais, em função da adoção da nova tecnologia ou venda do produto resultante da pesquisa
	3.3.2 Diminuição do custo do produto (R\$)	Diminuição do custo do produto, em Reais, em função da nova tecnologia: troca de material ou adoção de processo de produção novo ou melhorado
	3.3.3 Diminuição do preço do produto (R\$)	Diminuição do preço do produto, em Reais, em função de melhoria ou incremento
	3.4 Geração de novos projetos	Número de novos projetos com base nos resultados do projeto estudado
	3.4.1 Geração de novos projetos em parceria	Número de novos projetos com base nos resultados do projeto estudado realizados em parceria com o setor produtivo ou órgãos públicos
4. Impactos Sociais	4.1 Criação de empresa ( <i>spin off</i> )	Criação de uma razão social, em função de um novo produto a ser ofertado no mercado
	4.2 Empregos gerados	Número de empregos gerados, em função da adoção da inovação tecnológica resultante do projeto
	4.3 Empregos eliminados	Número de empregos eliminados, em função da adoção da inovação tecnológica resultante do projeto
	4.4 Geração de impostos	Proporção de arrecadação de impostos, em função do aumento de vendas
	4.5 Desenvolvimento de competências	Número de pesquisadores que trabalharam na execução do projeto
	4.5.1 Professores	Número de professores que trabalharam no projeto
	4.5.2 Doutorandos	Número de doutorandos que trabalharam no projeto
	4.5.3 Mestrandos	Número de mestrandos que trabalharam no projeto
	4.5.4 Professores visitantes	Número de professores visitantes de outras universidades que participaram trocando conhecimento e acompanhando o projeto
	4.5.5 Bolsistas de Desenvolvimento Técnico	Número de bolsistas de desenvolvimento técnico (DTI) que trabalharam no projeto
	4.5.6 Bolsistas Iniciação Científica	Número de bolsistas de iniciação científica (IC) que trabalharam no projeto
	4.5.7 Pessoas de empresas envolvidas integralmente	Número de funcionários da empresa parceira que trabalham por tempo integral no projeto
	4.5.8 Pessoas de empresas envolvidas parcialmente	Número de funcionários da empresa parceira que trabalham por tempo parcial no projeto
	4.5.9 Voluntários	Número de pesquisadores voluntários para auxiliar a execução do projeto



Divisão dos indicadores	Indicadores operacionais	Operacionalização
5 Impactos no Meio Ambiente	5.1 Reduções geradas	
	5.1.1 Redução na geração de resíduos perigosos	A tecnologia resultante permite redução de resíduos perigosos no processo produtivo.
	5.1.2 Redução no consumo de matérias-primas	A tecnologia resultante permite a redução de consumo de matéria-prima utilizado no processo produtivo.
	5.1.3 Redução no consumo de energia	A tecnologia resultante permite a redução do consumo de energia no processo produtivo
	5.1.4 Redução no consumo de água	A tecnologia resultante permite a redução do consumo de água no processo produtivo
	5.2 Maior reciclabilidade ou reutilização dos materiais	A tecnologia resultante permite reciclabilidade ou reutilização de materiais
	5.3 Adequação às leis ambientais	O projeto visou a inovações e melhorias, conforme orientação da lei ambiental
	5.3.1 Adequaram-se produtos às leis ambientais	O projeto resultou em um produto com inovações e melhorias, conforme orientação da lei ambiental
	5.3.2 Adequaram-se processos às leis ambientais	O projeto resultou em um processo com inovações e melhorias, conforme orientação da lei ambiental
	5.4 Projeto visa à despoluição de ambientes	A tecnologia resultante do projeto visa à despoluição de ambientes

Fonte: Indicadores adaptados de *Manual de Oslo* apud Martinez e Alborno (1998), CNTL (1998), CINDA (1991), OCDE (1997).

2ª Etapa: Para a seleção dos casos, foram considerados os projetos referentes aos editais de Áreas Estratégicas de Biotecnologia, Química e Materiais e Processos, lançados em 1996, que já tiveram seus processos concluídos (ver Tabela 2). Dos projetos selecionados, apenas os sete projetos de meio ambiente com relatórios aprovados são mostrados na Tabela 2 e estão listados na Tabela 3.

Tabela 2: Projetos financiados conforme Editais da FAPERGS

Editais	Projetos financiados		
	Total	De meio ambiente	Relatórios aprovados
Biotecnologia	16	5	3
Química	7	5	2
Materiais e processos	18	5	2

Fonte: Centro de arquivamento de processos da FAPERGS

Tabela 3: Nome dos projetos de pesquisa selecionados, nome simplificado e valor de financiamento

Nome do projeto	Nome simplificado	Valor concedido (R\$)
<b>Edital de Química de 1996</b>		
Utilização de tecnologias limpas para tratamento e recuperação de rejeitos industriais.	“tecnologias mais limpas“	130.000,00
Caracterização físico-química do processo de sorção de contaminantes orgânicos pela biomassa seca de macrofitos aquáticos	“sorção de contaminantes”	86.000,00
<b>Edital de Biotecnologia de 1996</b>		
Monitoramento da genotoxicidade, análise de resíduos e biodegradação de poluentes na Bacia Hidrográfica do Guaíba	“testes de genotoxicidade“	33.000,00
Emprego de técnicas de biologia molecular no aperfeiçoamento do diagnóstico e caracterização de microorganismos em processos de tratamento de água e esgotos	“microorganismos de água e esgotos“	30.000,00
Desenvolvimento de procedimentos para o tratamento de chorume via processos biológicos	“tratamento de chorume“	27.000,00
<b>Edital de Materiais e Processos de 1996</b>		
Reciclagem de materiais poliméricos	“reciclagem de poliméricos“	69.270,00
Processamento de aparas de papel velho pelo processo soda-oxigênio	“processamento de papel velho“	48.700,00
<b>Valor total concedido</b>		<b>423.970,00</b>

Fonte: Relatório de atividades FAPERGS 1996.

*3ª Etapa:* Estudo dos documentos dos projetos selecionados enviados à FAPERGS (projeto, relatórios parciais, currículos, relatórios finais e outros). Deste estudo, foi feito um resumo de cada projeto para um melhor entendimento dos termos técnicos utilizados pelo pesquisador, esclarecimento de dúvidas com relação ao projeto ou apenas para a checagem dos dados do relatório.

*4ª Etapa:* Contato telefônico com os pesquisadores para comunicar que as respectivas pesquisas eram parte da população de projetos a serem estudados. Aproveitou-se para enviar, previamente, via correio eletrônico, um texto informativo sobre a pesquisa e o questionário (Anexos I, II e III, no caso de parceria com empresa) e marcar a data da entrevista.

*5ª Etapa:* Entrevista com os pesquisadores para o levantamento de dados. Foram realizadas entrevistas gravadas com um questionário estruturado, envolvendo o grupo de indicadores proposto, conforme objetivo do edital e o estudo do material coletado referente ao projeto de pesquisa (projeto, relatórios parciais e relatório final). Foram entrevistados todos os pesquisadores coordenadores dos projetos, conforme o Quadro 5.

Quadro 5: Nome dos projetos e pessoal entrevistado

<b>Nome dos projetos</b>	<b>Pesquisadores entrevistados</b>
Tecnologias mais limpas	Pesquisador coordenador
Testes de genotoxicidade	Pesquisador coordenador, pesquisadora do laboratório
Microorganismos de água e esgoto	Pesquisador coordenador
Tratamento de chorume	Pesquisador coordenador
Sorção de contaminantes	Pesquisador coordenador, pesquisador parceiro, pesquisadora doutoranda
Reciclagem de polímeros	Pesquisador coordenador, professora pesquisadora
Processamento de papel velho	Pesquisador coordenador, gerente de meio ambiente da empresa

*6ª Etapa:* As entrevistas foram transcritas e analisadas. Montou-se um quadro de indicadores de cada pesquisa com base nas informações coletadas. Neste trabalho, foram utilizadas para a coleta de dados as informações já ocorridas, efetivamente, desconsiderando aquelas com potencial de efetivarem-se. Por exemplo, foi feita a contagem das teses e dissertações já concluídas, não considerando as que estariam em fase de conclusão. Com isso, observou-se a necessidade de atualização de dados da pesquisa atividade que, futuramente, poderá ser feita por um sistema a ser disponibilizado na Internet pela FAPERGS.

*7ª Etapa:* Análise dos indicadores. Cada um dos indicadores foi reanalisado de acordo com os seguintes critérios, já definidos anteriormente: validade, confiabilidade, viabilidade, abrangência, mensurabilidade e relevância.

Para cada um dos critérios foi estabelecida uma escala de três níveis: 1º) nível 0, não atendimento ao critério; 2º) nível 1, atendimento parcial ao critério e 3º) nível 2, atendimento ao critério.

A análise de atendimento ao critério foi realizada, independentemente, por três juízes familiarizados com a pesquisa. A média deste julgamento consta na coluna Análise dos Indicadores da Tabela 4 e, no Anexo IV, a média do julgamento individual dos juízes conforme cada critério.

## **6 RESULTADOS E ANÁLISE DE DADOS**

Os sete projetos selecionados para serem testados no conjunto de indicadores apresentados na revisão de literatura serão descritos individualmente e analisados conforme os grupos de indicadores de insumo, resultado e impactos de inovação social e de meio ambiente. Os dados dos projetos apresentados nas subseções aparecem sumarizados na Tabela 4.

### **6.1 Projeto 1 - Tecnologias mais limpas:** “Utilização de tecnologias limpas para o tratamento e recuperação de rejeitos industriais”, coordenado pela Prof.<sup>a</sup> Jane Zoppas Ferreira, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

O objetivo principal do projeto era o estudo dos processos de tecnologias mais limpas que não gerassem resíduos, reutilizando-os no próprio processo. Esse projeto foi subdividido em três subprojetos realizados simultaneamente. O primeiro tinha como objetivo desenvolver um equipamento que adaptasse uma tecnologia de tratamento de efluentes baseada no reaproveitamento e reciclagem dos poluentes, sendo estudada a possibilidade de se empregar a técnica da eletrodialise na remoção e recuperação do cromo presente em soluções aquosas. O segundo teve como objetivo desenvolver um método de reciclagem do PET, material utilizado na fabricação de embalagens, por exemplo, garrafas de refrigerantes. Os métodos de reciclagem do PET estudados foram a despolimerização em que se mistura PET com o concreto para ser utilizado na indústria de construção civil e no revestimento de materiais através da aspersão térmica, estudando a possibilidade de obter-se uma resina para fabricação de

tintas. O terceiro estudou a separação dos metais contidos em placas de circuito impresso que são muito utilizadas e descartadas na indústria eletrônica.

Para a pesquisadora que coordenou o projeto como um todo, merecem destaque os seguintes resultados do projeto: melhoramento de processo, desenvolvimento de novos conhecimentos, montagem de um protótipo, desenvolvimentos técnicos que permitam empresas adequar seus processos às leis ambientais e melhoramento do laboratório. A pesquisadora coordenadora considera que os objetivos propostos foram atingidos e até ultrapassados, pois originaram novos projetos de pesquisa em andamento no laboratório. Um deles – em parceria com uma empresa – recebeu financiamento da FAPERGS do edital de interação Universidade-Empresa de 1998. O novo projeto em parceria só aconteceu devido aos conhecimentos adquiridos devido à realização deste.

Com relação aos indicadores previstos na seção anterior, os resultados se apresentam conforme descrito a seguir.

#### 6.1.1 Indicadores de Insumos

Com o dinheiro do projeto concedido pela FAPERGS, no valor de R\$ 130.000,00, foram compradas máquinas e equipamentos para o laboratório e material bibliográfico no valor de R\$ 123.500,00. Os R\$ 6.500,00 restantes foram para o custeio da pesquisa. Além desses recursos, o projeto contou com bolsas da CAPES e CNPq que não foram contabilizadas. O laboratório contribuiu apenas com materiais de consumo (custeio), de valor não especificado.

#### 6.1.2 Indicadores de Resultados

De acordo com a Tabela 4 que apresenta os resultados diretos do projeto de pesquisa, houve uma tese concluída e quatro dissertações. Uma das teses encontra-se ainda em andamento, bem como mais duas dissertações.

Nove artigos foram publicados em anais de congressos internacionais e três em revistas científicas também internacionais. Sete artigos foram publicados em anais de congressos nacionais. Houve, também, oito apresentações de bolsistas de iniciação científica em reuniões para a comunidade científica, com posterior publicação dos resumos dos trabalhos.

Foi ministrado um curso sobre a eletrodialise, técnica, pesquisada por um dos subprojetos, assistido por vinte alunos. Para a realização do curso, envolvendo pessoas da indústria e algumas do laboratório, realizado em conjunto com a Associação Brasileira de Tratamento de Superfície, foi confeccionada uma apostila, utilizando os conhecimentos adquiridos na pesquisa.

### 6.1.3 Indicadores de impactos

Segundo a pesquisadora coordenadora entrevistada, referindo-se ao subprojeto de eletrodialise, o processo que foi pesquisado “[...] era uma técnica que, até então, era muito, assim, de livro, só em nível internacional, colocada em países desenvolvidos [...] O nosso trabalho ajudou a mostrar as empresas que é viável fazer isso no Brasil também”. Foi adaptada a tecnologia de processo e colocada em funcionamento através da construção de uma célula de testes. Houve, ainda, a adaptação da tecnologia às necessidades da empresa, conforme o relato do pesquisador, por se tratar de uma tecnologia já utilizada em outros países. Trata-se de uma inovação TPP intermediária, conforme o *Manual de Oslo*, por já existir esta tecnologia no mundo, mas ser nova para o país ou região.

Quanto à linha de pesquisa do grupo, apenas o subprojeto sobre eletrodialise era continuação de projetos anteriores. Os outros dois subprojetos – reaproveitamento de sucata de circuito impresso e reaproveitamento de embalagens PET – surgiram deste projeto. Os três subprojetos, por sua vez, geraram outros três. O subprojeto da eletrodialise deu origem a um novo projeto que foi realizado em parceria com uma empresa, dando continuidade à pesquisa para instalação e monitoramento da

tecnologia na empresa. Há, ainda, a possibilidade de outras possíveis parcerias com empresas, já havendo manifestações de interesse.

Para ocorrer a parceria com a empresa no Edital seguinte, foi fundamental a participação de um estagiário que trabalhou no projeto, que, posteriormente foi contratado pela empresa, segundo a pesquisadora coordenadora entrevistada:

Tem uma empresa, que é essa que a gente está trabalhando, que gerou este projeto. Eles colocaram este sistema lá, claro que não só por causa do nosso projeto, mas o fato de, na época, ter um estagiário aqui que, depois, foi trabalhar na empresa. Ele sabia do nosso estudo. Eles conversaram conosco. Isso ajudou com que eles comprassem esse aparelho, esta tecnologia.... Mostrando o resultado desta pesquisa para a empresa, esta entrou no novo projeto em parceria conosco no Edital da FAPERGS.

Se, no caso, o projeto de parceria não fosse efetivado, a empresa compraria a tecnologia do exterior, assim como a consultoria, o que redundaria em custos significativamente mais altos.

Quanto ao objetivo do grupo na busca da tecnologia e interação com o setor produtivo, a pesquisadora explica que “toda a nossa pesquisa é uma pesquisa aplicada, ou seja, objetivando uma determinada aplicação industrial. O objetivo de toda a nossa pesquisa é ajudar ou implantar alguma coisa na indústria”.

Concomitante com o projeto, houve interação com um grupo de pesquisa de outra instituição que está realizando um projeto para produzir uma membrana que é material essencial para o funcionamento desta tecnologia: “Também um dos professores que estava no projeto começou a querer desenvolver as membranas para esta técnica”. Pode-se ver um certo efeito multiplicador de esforços, surgindo novas oportunidades para a utilização da tecnologia e continuidade do projeto, através do conhecimento gerado e adquirido pelos pesquisadores.

Quanto ao desenvolvimento de competências, referentes aos impactos sociais do projeto, entre os dezenove participantes do projeto, três são professores da UFRGS, dois doutorandos, cinco mestrandos, três bolsistas de apoio técnico e cinco bolsistas



de iniciação científica (Tabela 4). Contribuiu com o Projeto um professor visitante que trabalhou, também, em outros projetos e orientou, no exterior, durante um ano e dois meses, um aluno de doutorado que realizava a pesquisa na França.

Com relação ao aproveitamento de pesquisadores, temos um aluno que concluiu seu doutorado no subprojeto de eletrodialise e continua no projeto de parceria seguinte com bolsa de recém-doutor. Dois alunos que concluíram seu mestrado, e já eram professores de outra universidade, formaram grupo de pesquisa nesta área, passando a desenvolver um projeto em parceria com este laboratório. Um destes professores, em função do resultado da dissertação, está iniciando curso de doutorado na mesma área.

Quanto a impactos no meio ambiente, o subprojeto referente à eletrodialise permite o aproveitamento de 80% dos resíduos; os outros 20% de geração de resíduos, que não podem ser reaproveitados, são provenientes do erro na linha de produção, gerado em uma etapa anterior ao processo de produção. Os resíduos são metálicos e classificados como perigosos pelas normas dos órgãos ambientais. Esse processo substitui outro em que eram adicionados produtos para reduzir e precipitar o cromo, sendo o resíduo final colocado em tonéis, tendo as empresas de arcar com custos para o armazenamento adequado, conforme as leis ambientais, o que gerava um passivo ambiental para as empresas. Houve, nesse subprojeto, uma adequação às leis ambientais.

A redução de consumo de matéria-prima, ainda no projeto que envolve a eletrodialise, ocorre pela reutilização, assim como a água que pode ser 100% reaproveitada. Deixa-se, também, de utilizar produtos, como o hidróxido de sódio, para a precipitação do metal.

Com o subprojeto de reciclagem de placas de circuito interno, que já eram resíduos, conseguiu-se separar os metais do resto do material. Pela análise química do material, foi observada uma alta concentração de metais, mostrando ser vantajosa a sua reciclagem e reaproveitamento. As placas de circuito impresso também são consideradas materiais perigosos por conterem metais como chumbo e estanho. O

metal, conforme a pesquisadora, pode ser utilizado, por exemplo, na indústria de galvanoplastia.

A próxima etapa da pesquisa é a própria separação dos metais entre si, por diferença de densidade, para sua melhor reutilização. Tal subprojeto se encontra ainda em fase de busca de alternativas tecnológicas e, por isso, seu resultado não é considerado uma inovação.

No subprojeto que envolve a reciclagem de embalagens PET, que também já é um resíduo, obteve-se, através da despolimerização, uma resina de poliéster insaturado para diferentes utilizações como a fabricação de peças reforçadas com fibra de vidro (banheiras, barcos, automóveis, peças de ônibus, caminhões,...). A resina obtida foi comparada a uma resina comercial na obtenção de um produto novo para utilização em construção civil, o concreto polímero, e está sendo testada pelo laboratório.

Segundo a pesquisadora coordenadora, o resultado mais importante foi:

[...] o próprio projeto que foi uma mudança de mentalidade. Utilizar tecnologias menos poluentes, economizando materiais para as futuras gerações, representou um ganho no meio ambiente para a Universidade e para as indústrias. [...] Trocar um processo por outro não quer dizer que vamos ter lucro em cima daquele novo processo; pode ser até que, de início, se gaste um pouco mais, mas, ao longo do tempo, aquilo vai amortizar tanto... e o fato de começar a fazer as coisas menos poluentes é uma economia que se faz para as outras gerações. Então, os três projetos são uma tentativa de não gerar poluente e reutilizar poluente. O principal é mostrar para os universitários e as indústrias estes projetos mais como uma maneira de mudança de mentalidade, pois não adianta nada utilizar qualquer destes projetos e não mudar a mentalidade. O papel da FAPERGS, lançando editais desta maneira, ajuda muito, tanto no ambiente universitário como nas empresas, pois nós acabamos divulgando isso [na universidade] e colocando para fora [no setor produtivo].

**6.2 Projeto 2 – Testes de genotoxicidade:** “Monitoramento da genotoxicidade, análise de resíduos e biodegradação de poluentes na Bacia Hidrográfica do Guaíba”, coordenado pelo Prof. Luis Antonio Pegas Henriques da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

O projeto tinha como objetivos: a) a avaliação da resposta toxicológica e mutagênica na Bacia Hidrográfica do Guaíba em efluentes industriais, utilizando diferentes processos de detecção; b) o isolamento e caracterização de microorganismos envolvidos na biodegradação de compostos clorados. Entretanto, a segunda parte, referente à biodegradação, não recebeu financiamento na avaliação *ex-ante* feita pela FAPERGS.

Quanto à primeira parte do projeto que recebeu financiamento, foram utilizadas metodologias estabelecidas, como o Teste Ames, teste com células de mamíferos em cultura e com células de peixes. Também foi desenvolvido o teste com *Allium cepa* (cebola) e com planárias para auxiliar no diagnóstico, obtendo sucesso em seus resultados.

Segundo o pesquisador coordenador, no que se refere à primeira etapa do projeto, os objetivos foram ultrapassados:

[...] pois, apesar de não ter ganhado todo o recurso necessário e, por isso, não ter realizado todas as etapas da pesquisa [referindo-se a parte de biodegradação que teve seus recursos cortados], atingiu aspectos genotóxicos e de leis ambientais, respondeu sobre o caso do estresse ambiental, desenvolveu um *software* para análise do aspecto mutacional, além de estar *up to date* para a prestação de serviço.

Nesse projeto, foi entrevistado o pesquisador coordenador e uma pesquisadora, agora gerente do laboratório.

O projeto, apesar de não ter parceria com o setor produtivo, obteve suas amostras de efluentes industriais com uma empresa de celulose da região e de coletas feitas na própria bacia hidrográfica.

#### 6.2.1 Indicadores de Insumos

O projeto recebeu financiamento da FAPERGS no valor de R\$ 33.000,00. Desse total, R\$ 8.600,00 foram concedidos para a compra de bens de capital e R\$ 24.000,00 para bens de consumo. Também trabalharam, no projeto, pesquisadores bolsistas de todos os níveis do CNPq e da CAPES.

### 6.2.2 Indicadores de resultados

Quanto à produção científica, foram concluídas: uma tese de doutorado e quatro dissertações de mestrado, além de 39 artigos, sendo quatorze nacionais e 25 internacionais. Entre os artigos internacionais, seis foram publicados em revistas científicas. Várias divulgações foram realizadas em jornais e revistas, envolvendo os testes gerados pelo projeto que serviram para provar a adequação ou não de empresas às leis ambientais frente aos órgãos governamentais do Estado.

O projeto permitiu a geração de quatro novos projetos, sendo três em parceria com empresas, nas quais, além de serem fornecidos materiais para o laboratório, são pagas bolsas de doutorado a dois alunos do curso.

Os conhecimentos adquiridos com a execução do projeto passaram a ser utilizados em uma disciplina do curso de biologia que trata somente da parte ambiental.

### 6.2.3 Indicadores de Impactos

O projeto resultou no domínio de dois novos processos, antes não realizados no Brasil, e três processos melhorados, referentes a testes que auxiliam na avaliação de impactos toxicológicos e mutagênicos em efluentes industriais na bacia hidrográfica do Guaíba. A geração de um *software* estatístico auxiliou na análise dos resultados. Com isso, o laboratório realiza prestação de serviços para várias organizações, atendendo às normas internacionais da Organização Mundial de Saúde (OMS).

Segundo o pesquisador coordenador, adequaram-se exames antes feitos somente fora do Brasil, conforme regras internacionais de segurança, tornando o laboratório pioneiro na aplicação desses testes no país. Caracteriza-se esta tecnologia como uma inovação intermediária, segundo o *Manual de Oslo*, pois é considerada nova para o país.

Além disso, conforme o pesquisador coordenador, o laboratório, em última análise, contribuiu para a tomada de decisões governamentais no Rio Grande do Sul,

no que se refere à genotoxicidade e à mutagenicidade de resíduos gerados pela indústria, forneceu informações e pareceres técnicos, formação de profissionais, fonte para pesquisa de novos testes e de novos estudos.

O pesquisador coordenador afirmou que o laboratório não concorre com outros devido à complexidade dos testes e das pesquisas exigidas para a sua correta aplicação. Sua clientela compreende tanto empresas como produtores rurais de portes variados.

No que se refere aos impactos sociais, participaram do projeto três professores da instituição, um doutorando, quatro mestrados, três bolsistas de iniciação científica e um professor visitante que auxiliou na parte estatística e na montagem do *software*, totalizando o desenvolvimento de competências de doze pesquisadores.

O impacto social gerado pelo projeto também se evidencia pela contratação de um gerente para a área de prestação de serviços do laboratório e pela permanência de pesquisadores na mesma área do projeto. Um dos pesquisadores do mestrado continuou seus estudos fazendo doutorado. Há, também, um pesquisador no doutorado, em outro departamento da mesma Universidade que, no entanto, não utiliza diretamente os conhecimentos resultantes do projeto. Quanto a outros dois pesquisadores que participaram do projeto, um já trabalhava em um órgão do governo (FEPAM) e continuou realizando atividades com genotoxicidade na mesma instituição e o outro era professor em outro departamento na mesma universidade.

O projeto permitiu a arrecadação de imposto originada da prestação de serviços do laboratório. E, apesar de não criar novas empresas, fortaleceu o laboratório adequando os testes para a prestação de serviços.

O projeto contribui com o meio ambiente no que se refere aos problemas ambientais citados por Castro (1998): substâncias tóxicas perigosas e processos industriais poluentes, auxiliando no monitoramento da genotoxicidade e mutagenicidade de rios e efluentes industriais, assim como de produtos alimentícios a

serem consumidos. Tem-se, então, um controle nos processos e produtos, conforme níveis ambientais estipulados em lei.

Segundo o professor coordenador, dois resultados são considerados os mais importantes do projeto:

Primeiro: formação de Recursos Humanos na área ambiental e; segundo: fazer a universidade estar sempre *up to date*, com metodologias de ponta, porque, veja bem, o serviço que o nosso laboratório vende, não é um serviço que se encontra em todos os laboratórios de Meio Ambiente. Nós não fazemos aqui DQO [Demanda Química de Oxigênio], DBO [Demanda Biológica de Oxigênio]<sup>3</sup>. O dia que eu quiser fazer isto eu saio da Universidade. Se isso [o trabalho do laboratório] amanhã for incorporado pelo setor produtivo, tudo bem, nós não queremos concorrer com eles, nós vamos adiante, esta é a idéia da coisa....O serviço do laboratório é para atender diretamente à demanda do Estado e, além disso, participar da política do Estado.

**6.3 Projeto 3 – Microorganismos de água e esgoto:** “Emprego de técnicas de biologia molecular no aperfeiçoamento do diagnóstico e caracterização de microorganismos em processos de tratamento de água e esgotos”, coordenado pela Prof.<sup>a</sup> Sueli Teresinha Van der Sand, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

O objetivo principal do projeto é a identificação de bactérias patogênicas, através de exame de detecção, para o monitoramento de estações de tratamento de esgoto em Porto Alegre. Segundo a pesquisadora coordenadora, os benefícios do projeto foram o aperfeiçoamento do diagnóstico de microorganismos patogênicos, melhorando seu tempo de resultado e, além disso, o laboratório foi mais bem equipado.

Esse projeto dá continuidade a outro denominado: “Caracterização bacteriológica de águas dos balneários de Porto Alegre”.

---

<sup>3</sup> DQO e DBO são os testes mais corriqueiras de determinação de níveis de poluição das águas. Não incluem aspectos mutagênicos em seus resultados.

### 6.3.1 Indicadores de Insumos

O valor cedido pela FAPERGS foi de R\$ 30.000,00 dos quais R\$ 11.500,00, foram destinados a capital, sendo aplicado na compra de equipamentos para o laboratório como refrigeradores, freezer, estufa e incubadora, enquanto que os R\$ 18.500,00 foram destinados ao custeio da pesquisa.

### 6.3.2 Indicadores de Resultados

Foram concluídas quatro dissertações sobre o projeto e uma aluna de mestrado está em fase de conclusão, completando, futuramente, cinco dissertações. Também foi confeccionada uma monografia de conclusão de curso. Os mestrandos identificaram, na água coletada, o *vibrião colérico*, a *salmonella* e estudaram a população para fazer a caracterização de resistência das bactérias aos antibióticos.

Quatro artigos estão em andamento para serem publicados em revistas especializadas internacionais. Dois bolsistas de iniciação científica apresentaram seus trabalhos no Salão de Iniciação Científica. Outras seis apresentações ocorreram em reuniões científicas e congressos ligados à Sociedade Brasileira de Microbiologia com publicação de resumos.

### 6.3.3 Indicadores de Impactos

Segundo a pesquisadora coordenadora, a contribuição do projeto para a cidade é “a possibilidade de detecção de microorganismos potencialmente patogênicos, a partir da matéria bruta, podendo obter resultado em um curto espaço de tempo, de 24 a 48 horas, enquanto que, anteriormente, eram de mais ou menos duas semanas”. O diagnóstico rápido dos microorganismos, no caso de epidemias, tomadas as precauções necessárias, diminui sua disseminação. Além da possibilidade de aplicação da técnica por organismos governamentais para a monitoração das águas superficiais, como esgotos e efluentes, pode-se utilizar, também, para a monitoração em frigoríficos e

aviários. Esse projeto foi iniciado atendendo à demanda do Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE) para utilizar nas estações de esgoto de Porto Alegre.

Apesar de haver interesse pelo órgão sanitário da cidade, ainda não foi transferida a tecnologia. Segundo a pesquisadora, as dissertações ainda não foram entregues ao DMAE, referindo-se à forma de transferir os conhecimentos adquiridos neste projeto. Para a utilização da tecnologia pelo órgão público, segundo a pesquisadora coordenadora, será necessário o treinamento de funcionários e a aquisição de equipamentos específicos por parte do DMAE. Atualmente, para a realização dos testes, o material é recolhido pelo órgão público e enviado a São Paulo, aumentando o preço do exame e o prazo do diagnóstico.

A tecnologia é considerada de inovação mínima, segundo o *Manual de Oslo*, pois é nova para a empresa de saneamento público municipal. Em empresas de saneamento público de outras cidades brasileiras, a técnica já é conhecida e aplicada. Apesar de a tecnologia já ser estabelecida, é necessário adequar os testes e caracterizar os microorganismos.

No que se refere ao desenvolvimento de competências, quatorze pesquisadores participaram do projeto, sendo: dois professores, cinco mestrandos, três bolsistas de iniciação científica e quatro estagiários voluntários do curso de Biologia. Quanto ao aproveitamento de pesquisadores, sabe-se que, após a pesquisa, dois mestrandos que trabalharam no projeto foram fazer doutorado na mesma área, em universidades de outros estados (um em Minas Gerais e outro em São Paulo).

O resultado considerado mais importante pela pesquisadora é o de impacto ambiental, com a possibilidade de detecção de microorganismos potencialmente patogênicos a partir da matéria bruta, podendo obter um resultado em 24 horas. É um processo eficiente e deve ser utilizado quando aparecerem surtos de infecção ou no monitoramento rotineiro da qualidade das águas, como também nas indústrias que geram muito esgoto líquido (refrigerífico e aviários) e têm estações de tratamento de esgoto. À medida que a pesquisa conseguir fechar o sistema de diagnóstico – a



identificação de todos os microorganismos patogênicos e que podem causar riscos –, as empresas também podem utilizá-la, diminuindo o tempo e o custo de diagnóstico.

#### **6.4 Projeto 4 – Tratamento de chorume<sup>4</sup>:** “Desenvolvimento de procedimentos para o tratamento de chorume via processos biológicos”, coordenado pela Prof.<sup>a</sup> Neide Pessin, da Universidade de Caxias do Sul (UCS)

O objetivo do projeto era avaliar o processo de degradação biológica do chorume, através da utilização de reatores de escala laboratorial. Para isso, o projeto, segundo a pesquisadora coordenadora, se “propunha, inicialmente, a alcançar alguns parâmetros operacionais quanto à tratabilidade de chorume, com todas as dificuldades que o estado da arte já pontua”.

Para a realização do projeto, foram construídos, em escala laboratorial, dois reatores de bancada – um anaeróbio e um aeróbio –, onde foram realizadas as experiências. A pesquisadora coordenadora acredita que se atingiu parcialmente os objetivos “pela dificuldade de tratabilidade biológica do líquido percolado [chorume]. Este passou a ser uma linha de pesquisa para o grupo dentro do Instituto de Saneamento Ambiental”. O projeto beneficiou ao grupo, permitindo um maior conhecimento sobre o processo de tratamento biológico de chorume, buscando sua adequação às leis ambientais e o melhoramento do laboratório.

##### 6.4.1 Indicadores de Insumos

O valor concedido pela FAPERGS ao projeto foi de R\$ 27.000,00 dos quais R\$ 26.000,00 foram gastos com equipamentos de análise do chorume. Foram adquiridos um microscópio com equipamento de fotografia e um PHâmetro. O restante foi destinado aos equipamentos de processamento do chorume composto por dois reatores de bancada (anaeróbio e aeróbio) que a própria Universidade financiou.

---

<sup>4</sup> Chorume, ou líquido percolado, é o líquido resultante da decomposição do lixo urbano. É altamente tóxico por existirem componentes orgânicos, químicos, metais, etc. Os órgãos ambientais exigem tratamento adequado na construção de aterros sanitários, para que o chorume não polua o solo e os lençóis de água.

#### 6.4.2 Indicadores de Resultados

Quanto às publicações científicas, o projeto gerou: um artigo publicado em simpósio internacional, uma monografia de conclusão de curso, duas apresentações no Salão de Iniciação Científica com publicação de resumo, duas apresentações no Salão de Jovens Pesquisadores da Universidade, também com apresentação e publicação de resumo, e uma apresentação na reunião da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). Houve divulgações mensais sobre o andamento do projeto na TV da Universidade para a região.

#### 6.4.3 Indicadores de Impactos

O processo biológico do tratamento do chorume foi maximizado e esmiuçado. Conheceu-se mais sobre as etapas de tratabilidade e o conteúdo do chorume daquela região. Mas, segundo a pesquisadora coordenadora, serão necessários novos projetos, para que se possa formular uma alternativa tecnológica definitiva. Apesar de serem obtidos resultados quanto ao conhecimento de tratamento do líquido percolado, não se chegou a uma alternativa tecnológica, ou seja, não se obteve ainda inovação tecnológica, conforme o *Manual de Oslo* (1998).

A equipe desse projeto já realiza o monitoramento ambiental do aterro sanitário para o município há oito anos, em convênio com a Prefeitura Municipal de Caxias. Para a pesquisadora coordenadora, esse convênio está se consolidando, visando à aplicação dos conhecimentos obtidos no projeto com as experiências em escala piloto para uma escala real, beneficiando a população.

Quanto a novos projetos e interação com outros grupos de pesquisas, “O grupo [de pesquisa] foi qualificado junto o FINEP – o edital Prosab [...], e nós vamos trabalhar justamente, não com tratabilidade do chorume em si, mas parte deste projeto vai estar acoplado neste outro e aí, sim, há parceria de outras instituições.” Nesse novo projeto, cinco outras universidades (UNISINOS, UNICAMP, UFSC, UFES) foram qualificadas e estarão trabalhando e trocando experiências sobre o mesmo tema.

Quanto ao desenvolvimento de competências, dos quatro participantes do projeto, dois são professores, um é bolsista de Iniciação Científica do CNPq, presente durante os dois anos de execução do projeto, concluindo seu trabalho final de graduação. O projeto contou com o auxílio informal de um professor de outra universidade em outro Estado que visitava o grupo regularmente para outras atividades.

Quanto ao aproveitamento de pesquisadores no setor produtivo utilizando os conhecimentos gerados na pesquisa, tem-se uma Bolsista de Iniciação Científica que também realizou seu trabalho de conclusão de curso sobre o projeto e está fazendo mestrado na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), na mesma área.

Quanto a impactos ambientais, o projeto trata de recuperação e despoluição de ambientes. Trabalha-se com amortização de carga orgânica, tratando o chorume, que é uma água residuária extremamente tóxica e poluidora, e, atualmente, um problema para os aterros de lixo das cidades. É especialmente importante o estudo na região que é um pólo industrial no Rio Grande do Sul, pois, com esses processos, os níveis de carga poluidora tornam-se adequados aos permitidos pelo órgão fiscalizador.

De todos os resultados e impactos obtidos, a pesquisadora coordenadora considera dois resultados mais importantes:

A obtenção de faixas de tratabilidade, aqueles critérios operacionais que nós trabalhamos em um limite bastante estressante para o sistema biológico, limite do qual os autores até então não citavam que poderia ocorrer na carga orgânica como ocorreu... A própria Raquel [bolsista de Iniciação Científica] também é um resultado, pois ela vai buscar formação e qualificação ambiental.

**6.5 Projeto 5 – Sorção de contaminantes:** “Caracterização físico-química do processo de sorção de contaminantes orgânicos pela biomassa seca de macrófitos aquáticos”, coordenado pelo Prof. Jorge Rubio Rojas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em parceria com o Prof. Ivo André Schneider, da Universidade de Passo Fundo (UPF).

O projeto tem como objetivo estudar a sorção de óleos e corantes orgânicos em águas residuais por um macrófito aquático (*salvinia sp*) que existe em abundância no Brasil. No projeto, foi estudada a remoção de poluentes por um material sorvente que transferiu o poluente da fase líquida para sólida, possibilitando sua captura em águas residuais.

Conforme o pesquisador coordenador, o projeto atingiu e ultrapassou seus objetivos, gerando benefícios como: desenvolvimento de um novo processo (de sorção por um macrófito aquático), que acarreta, também, o desenvolvimento de um novo produto (a biomassa seca do macrófito aquático em fardos para ser utilizada), novas pesquisas para o grupo, aumento de conhecimento, a expectativa de produzir e comercializar o resultado e o melhoramento do laboratório.

Para a realização do projeto, foi feita uma parceria entre dois laboratórios de pesquisa, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em Porto Alegre, e da Universidade de Passo Fundo (UPF). O Professor responsável pelo projeto na UPF é ex-aluno de doutorado do professor coordenador deste projeto na UFRGS e trabalhou como doutorando nesta mesma linha de pesquisa.

#### 6.5.1 Indicadores de Insumo

A FAPERGS concedeu o valor de R\$ 86.000,00 ao projeto, sendo R\$ 70.000,00 destinados a capital, sendo adquiridos novos equipamentos para ambos laboratórios. O material adquirido serviu para o desenvolvimento do projeto, para ser utilizado em outras pesquisas e para o uso em aulas práticas. O valor de R\$ 16.000,00 restante foi destinado ao custeio da pesquisa

#### 6.5.2 Indicadores de Resultados

Quanto às publicações científicas, nove artigos foram publicados, três em congressos nacionais, quatro em congressos internacionais e dois em revistas científicas internacionais. A doutoranda que participou do projeto e concluiu sua tese nesta área já fazia parte do corpo docente. Houve, também, apresentações do projeto

em reunião científica, em 1997, quando o bolsista recebeu o prêmio Jovem Cientista, além de apresentação em 1998. Foi publicada uma reportagem no jornal da região, onde o projeto foi relatado.

Com relação ao grupo de pesquisa parceiro no projeto, fez-se intercâmbio de bolsistas de iniciação científica e participação do professor da UPF em banca de doutorado.

Quanto à propriedade intelectual, apesar de ser cogitada e iniciada a documentação para fazer o pedido de patente, como já havia publicações sobre o assunto pelo próprio grupo de pesquisa tornando o conhecimento de domínio público, os pesquisadores não continuaram o processo.

O projeto faz parte de uma linha de pesquisa do laboratório na área de sorventes não tradicionais de baixo custo e alternativos a materiais mais caros importados. Outros dois alunos de doutorado estão dando continuidade com novos projetos, fazendo suas pesquisas em outros sorventes como resíduos e bentonetas nacionais modificadas, como a argila. O professor visitante da Universidade de Nevada também continua com esta linha de pesquisa com as plantas do seu país.

Esse projeto gerou interesse por parte de outros grupos de pesquisa para novos trabalhos, utilizando também estudo de plantas aquáticas para a aplicação em outros resíduos. A maioria dos interessados, segundo o professor, são pesquisadores de outros países e fazem perguntas pela *Home Page* do laboratório ou conhecem via publicações ou participação em congressos.

### 6.5.3 Indicadores de Impactos

O resultado obtido foi a criação de um novo processo de sorção através de um novo produto, a biomassa seca de um macrófito aquático, com características de sorver óleos, corantes e petróleo, tanto de efluentes como em casos de acidentes ambientais em águas residuais.

O grau de inovação, segundo o *Manual de Oslo* (1998), é considerado em nível intermediário, ou seja, a tecnologia é nova para o país ou região, pois já existem outras plantas no mundo com a mesma característica de sorção de óleos.

Conforme o pesquisador coordenador,

A idéia era substituir produtos sorventes importados, pois todo o trabalho foi feito comparando com o produto importado do Canadá, a “turfa”. No momento que se fez a comparação com a biomassa, com a turfa canadense, o resultado da pesquisa superou as expectativas.

A *salvinia sp* que tem as características sorventes custa 15% do preço da turfa importada do Canadá e também é renovável. Dessa forma, há uma redução de 85% no custo da matéria-prima.

Os indicadores de inovação encontram-se sem registros numéricos no que se refere à comercialização do produto. Os pesquisadores afirmaram que existe uma empresa interessada em oferecê-lo ao mercado, mas se encontra em fase de estudo de viabilidade do negócio dentro da empresa e produção em escala piloto. Também é necessária a autorização da Fundação Estadual de Proteção ao Meio Ambiente (FEPAM) para sua comercialização.

Quanto ao desenvolvimento de competências, do grupo de dez pessoas que trabalharam no projeto, fazem parte os dois pesquisadores coordenadores, sendo um de cada laboratório de pesquisa; uma doutoranda cuja tese é referente a este projeto e já foi concluída; seis bolsistas de iniciação científica e um professor visitante da Universidade de Nevada no Estados Unidos.

No que se refere a impactos ambientais, sabe-se que a planta aquática pesquisada é encontrada em abundância no Estado do Rio Grande do Sul, é de fácil manuseio, podendo se tornar um eficiente produto em tratamento de efluentes e em acidentes ambientais que envolvem óleos, petróleo ou corantes em águas residuais. O professor coordenador relata características da planta que torna sua utilização benéfica:

[a *salvinia sp*] é uma praga. O Projeto Ita, numa das barragens, a planta cresceu 15 km de extensão e o custo para a remoção é enorme.

[Neste caso] sairia a custo zero para a produção pois é abundante... Segundo os biólogos, a retirada não afetaria em nada o meio ambiente, dada a abundância e rapidez de reprodução.[...] Periodicamente, deve ser retirada, pois é prejudicial para a fauna local, e há problema pois [as plantas] apodrecem, são tóxicas, há proliferação de insetos e, depois, têm que depositar, em algum local, que também será prejudicado e acaba poluindo outro local.

Quanto à sua eficiência, a sorção de óleos atinge 100% em águas residuais, dependendo apenas da quantidade de fardos colocados. Após ser utilizado na sorção de óleos, o fardo pode ser usado como combustível, tendo seu valor calorífico semelhante ao carvão mineral e, por ser reutilizado, não gera resíduo.

O uso do novo produto pode ocorrer em derrames de óleo acidentais em águas residuais ou em efluentes industriais, devolvendo ao ambiente suas características naturais, através da recuperação e despoluição de ambientes.

De todos os resultados do projeto o que o pesquisador considerou mais importante foi:

A parte relativa à utilização deste material no controle de derrames. Pelo fato de ser possível eliminar os problemas da poluição de superfícies aquosas. A outra é que converte um material que é tido como problema ambiental, em produto. Serve de solução para o problema [ambiental] e de carona serve como material para combustível. Pois é um material bem mais barato para o tratamento, em casos de acidentes.

#### **6.6 Projeto 6 – Reciclagem de poliméricos: “Reciclagem de materiais poliméricos”,** coordenado pelo Prof. Ademir José Zattera, da Universidade de Caxias do Sul (UCS)

O objetivo do projeto foi o estudo do reaproveitamento de materiais poliméricos como a fibra de vidro e o EVA. Esse projeto deu continuidade à linha de pesquisa do grupo, que surgiu com a necessidade de as empresas locais encontrarem uma solução para os resíduos. Teve o intuito de atender à demanda das indústrias da região de Caxias do Sul, parque industrial metal-mecânico e de transformação no Rio Grande do Sul. Como consta no projeto de pesquisa, foi realizado um levantamento nas

indústrias pela Comissão de Resíduos Industriais da Câmara de Indústria e Comércio, constatando-se a existência de uma produção de cerca de 500 ton./mês de resíduos de materiais poliméricos somente na cidade de Caxias do Sul. Uma parte desse resíduo é processado e outra é depositada em aterros ou utilizada em aplicações pouco nobres. Esses resíduos possuem quase nenhuma biodegradabilidade. Na incineração, produzem um gás tóxico e ocupam muito volume, sendo necessários muitos aterros. Ao viabilizar o reaproveitamento desses materiais poliméricos, está-se diminuindo o impacto ambiental por eles provocados, além de reincorporar o produto no processo, utilizando menos matéria-prima.

Os objetivos do projeto, conforme o pesquisador coordenador, consistiram no desenvolvimento de processos que reciclem os resíduos poliméricos, na prestação de serviço em futuros projetos, no desenvolvimento de novos conhecimentos e no melhoramento do laboratório.

#### 6.6.1 Indicadores de Insumos

O financiamento da FAPERGS totalizou R\$ 68.770,00, sendo destinado a capital (máquinas e equipamentos e material bibliográfico) o valor de R\$ 49.014,00. As bolsas de iniciação científica e de desenvolvimento técnico foram fornecidas pelo CNPq, pela UCS e pela FAPERGS. O valor de R\$ 19.756,00 foi destinado ao custeio do projeto.

#### 6.6.2 Indicadores de Resultados

Quanto à produção científica, o projeto resultou em uma dissertação, 23 artigos, sendo dezesseis nacionais e sete internacionais, e doze apresentações em feiras e salões de iniciação científica. Além do relatório final de pesquisa, foram realizados mais quatro relatórios referentes aos estágios de conclusão de curso dos alunos voluntários.

O resultado do projeto faz parte do conteúdo de polímeros para as aulas de graduação, assim como também é apresentado em um curso de especialização para o



qual foram confeccionadas apostilas. Segundo o pesquisador coordenador, trinta alunos já assistiram o curso de polímeros.

Em relação a esses projetos, não há reportagens nos meios de comunicação; no entanto, há referências, em jornais, a respeito dos projetos dele resultantes, sendo apresentadas as reais utilizações dos materiais na indústria.

Um protótipo do material reciclado foi confeccionado e está sendo utilizado em um novo projeto, substituindo a madeira na fabricação de móveis.

O projeto gerou sete novos projetos, alguns com outros departamentos interessados dentro da própria Universidade, e um projeto em parceria com uma empresa da região interessada em dar solução aos seus resíduos poliméricos. Os novos projetos são:

- incorporação de madeira em material reciclado;
- reciclagem de carpetes;
- obtenção de espumas a partir de resíduos de madeiras;
- projeto do asfalto (convênio com o DAER), incorporação de resíduos laminados de fibra de vidro em asfalto;
- reciplast, reciclagem de resíduos poliméricos urbanos;
- estudo de pirólise de resíduos;
- reciclagem de embalagens longa vida;

### 6.6.3 Indicadores de Impactos

Quanto à contribuição científica e tecnológica, segundo o pesquisador coordenador,

A pesquisa rompeu o paradigma de que não era possível moer fibra de vidro, com o projeto mostrou-se viável [...] Rompeu o paradigma de que o material não era passível de reaproveitamento, pois isso ocorreu. Também foram utilizados agentes compatibilizantes para

obter novos produtos, visando sempre à aproximação das empresas locais.

Considera-se que o projeto atingiu, em nível de inovação, o grau máximo de inovação TPP, segundo o *Manual de Oslo* (1998), pois se trata de um novo processo ainda não trabalhado antes.

Concomitante com o término do projeto, houve transferência de tecnologia para uma empresa. Esta transferência iniciou informalmente por parte do interesse da empresa e se originou em um novo projeto. Foi primeiramente dada uma palestra para os funcionários da empresa que passaram a consultar o grupo de pesquisa de maneira informal, pelo telefone. Quando a gerência da empresa tomou conhecimento da tecnologia, foi iniciado o convênio do novo projeto. Houve outras consultas de empresas e de grupos de pesquisa em universidades no Rio Grande do Sul e em São Paulo.

Quanto ao desenvolvimento de competências, seis professores trabalharam no projeto, um bolsista DTI, dez bolsistas iniciação científica, quatro alunos voluntários do curso de engenharia, que realizaram estágio obrigatório para conclusão do curso, e um professor visitante. O projeto teve um total de vinte e três pesquisadores.

No que se refere ao aproveitamento de pesquisadores no mercado de trabalho, tem-se um bolsista desenvolvimento técnico que foi contratado pela própria Universidade como professor e um bolsista IC, contratado em uma empresa pelos conhecimentos em reciclagem adquiridos na execução do projeto. Os projetos seguintes foram continuados pelos professores do departamento e de outros setores da Universidade.

Segundo o pesquisador coordenador, o projeto que dá continuidade a este foi realizado em parceria com uma empresa na qual foram contratados funcionários para tarefas de reciclagem, separação e moagem dos resíduos para reaproveitamento. Devido à região ser um pólo industrial, o lixo gerado pode ser reaproveitado, mas devem ser criadas usinas para reciclagem. Pode-se, também, aumentar o número de

postos de trabalho, à medida que as empresas têm interesse na utilização do material reciclado.

Quanto ao impacto ambiental, a pesquisa permite a reciclagem de 18% dos resíduos, correspondendo a 320 ton./ano, diminuindo em 18%, também, a matéria-prima consumida (EVA). É mais vantajoso reciclar a ter um produto virgem, pois se reincorpora o produto à fibra, agregando-se valor ao próprio resíduo gerado, ocorre a redução do consumo de energia em 90% sobre o material reciclado utilizado (18%) e, além disso, auxilia na recuperação e preservação do meio ambiente, visto que, o material, segundo o pesquisador, era anteriormente aterrado.

De todos os resultados obtidos, o pesquisador coordenador considera dois como os mais importantes: “Geração de ‘estado da arte’ sobre o reaproveitamento de materiais, possibilitando a interação com a indústria e geração de projetos em parceria”. Além desses, o professor citou:

- consolidação do grupo na área de processamento e transformação de polímeros, com o crescimento em número e qualidade do grupo de pesquisa (em 1992, era somente uma pessoa que trabalhava nessa área dentro da Universidade);
- perspectiva de criação do curso de pós-graduação na área;
- qualificação do grupo, muitos se encontram em doutoramento;
- apoio e sensibilização da própria Universidade para a construção de um laboratório maior (já em construção), através, também, de convênios com empresas;
- beneficiamento de sete recicladoras da região de Caxias com um número médio de vinte funcionários semi-analfabetos. Se o número de plástico reciclado for aumentado, dando maior utilidade, pode-se aumentar o número de trabalhadores e funcionários. Tem-se um plano para dar curso de treinamento para este pessoal (funcionários de recicladoras).

**6.7 Projeto 7 – Processamento de papel-velho:** “Processamento de aparas de papel velho pelo processo Soda-Oxigênio”, coordenado pelo Prof. Wagner David Gerber, da Escola Técnica de Pelotas (CFETPel), em parceria com a Empresa White Martins S.A.

O objetivo do projeto era testar, através de um protótipo, um processo industrial de utilização do cozimento soda-oxigênio no tratamento de aparas de papel velho, a fim de obter celulose para a produção de papel de imprimir e escrever, um papel mais nobre. Para isso, juntaram-se dois processos industriais em um, utilizando um cozinhador pressurizado e dois reagentes para a diluição e branqueamento do papel: a soda (Hidróxido de Sódio) antes utilizada individualmente e o oxigênio.

O protótipo utiliza um *pulper* pressurizado que viabiliza a recuperação de produtos químicos e proporciona a redução do tempo na etapa de refino da fibra de celulose, tornando-se uma alternativa tecnológica para o setor celulósico-papeleiro.

Conforme o pesquisador coordenador, foi exigida uma engenharia do protótipo que gerou dificuldades na execução do projeto e 70% dos objetivos foram atingidos. Mesmo assim, o projeto trouxe benefícios ao testar o novo processo e melhorar o laboratório.

Esse projeto teve a parceria de uma empresa que tinha interesse em pesquisar se os reagentes – soda mais oxigênio – eram viáveis e mais eficientes que somente soda para o processo, criando, assim, novos mercados de venda do seu produto (o oxigênio), e diluindo seus custos fixos de fabricação. Conforme o gerente de Meio Ambiente da Empresa parceira no projeto, a tecnologia atendeu aos objetivos, ou seja, foi comprovada a viabilidade e a eficiência da utilização do oxigênio.

#### 6.7.1 Indicadores de Insumos

O valor total do projeto foi de R\$ 91.740,00. Desse valor, R\$ 48.700,00 foi concedido pela FAPERGS e R\$ 43.040,00 pela empresa. Do total de recursos concedidos pela FAPERGS, R\$ 32.100,00 foram destinados para a compra de capital,

máquinas e equipamentos e R\$ 16.600,00 para o material de custeio. Do valor total de R\$ 43.040,00 concedidos pela empresa, R\$ 13.500,00 foram destinados a máquinas e equipamentos e R\$ 29.540,00 gastos em material de custeio.

O projeto teve, também, colaboração de uma empresa produtora de celulose e papel da região que cedeu seu laboratório para a realização dos testes de propriedade físico-mecânicas das folhas resultantes da pesquisa.

#### 6.7.2 Indicadores de Resultados

Além do Relatório Final entregue à FAPERGS, foi confeccionado um Manual de Operação do protótipo. Foram feitas duas reportagens em jornais da região, bem como relatos em congressos da Associação Brasileira da área, a Associação Brasileira de Celulose e Papel. Não foi publicado nenhum artigo ou resumo. Nota-se a dificuldade na coleta de dados por não haver necessidade anterior de sua obtenção.

O projeto gerou um protótipo, mas não foi requerida sua patente, pois, de acordo com o pesquisador coordenador, há a necessidade de um novo projeto para adequar melhor o protótipo. Não foi iniciado o novo projeto, pois, conforme foi falado nas entrevistas, a necessidade da pesquisa surge, quando ocorre aumento de preço da celulose virgem no mercado que, no momento da entrevista, era baixo. Se o preço da celulose virgem aumentasse, um novo projeto tornar-se-ia viável, incentivando os produtores de papel a utilizarem outras fontes de celulose como uma alternativa mais barata.

#### 6.7.3 Indicadores de Impactos

Conforme o pesquisador coordenador, quanto à contribuição do projeto,

[...] o avanço é ter agora um equipamento. O que fazia antes dois equipamentos separados, agora eu vou fazer em um só, bem mais versátil... Permite uma economia de custo e maior versatilidade, quanto à matéria-prima processada [...]

Quanto ao grau de novidade da inovação de TPP, conforme o *Manual de Oslo* (1998), caracteriza-se como intermediário, por não haver, no país, tecnologia similar. Inclusive a idéia do protótipo surgiu de uma visita feita pelo pesquisador coordenador do projeto a uma empresa na Itália.

Segundo o pesquisador coordenador, o projeto contribui com o Estado:

Nós temos várias empresas pequenas que trabalham com aparas de papel. Eu poderia pegar este papel, papelão e transformar em um papelão novo. Eu poderia pegar este papelão e transformar em um papel de imprimir e escrever, agregando mais valor ao produto sem problemas de geração de efluentes, que com este processo não teria este problema.

Quanto à transferência de tecnologia, a empresa parceira tem interesse que outras empresas, ao usarem esta tecnologia, comprem sua matéria-prima para a produção. Já existe uma empresa interessada na tecnologia, mas apenas como usuária do equipamento, tendo já participado como parceira no projeto anterior. O grupo de pesquisa tem interesse na aplicação da tecnologia e monitoramento, através de um laboratório de análises, ou seja, na venda de serviços para as empresas.

Quanto ao desenvolvimento de competências, tem-se um total de doze pessoas que participaram integral e parcialmente da execução do projeto. Entre elas dois professores, um profissional que está fazendo doutorado na área, quatro bolsistas de desenvolvimento técnico, dois bolsistas de iniciação científica e dois profissionais da empresa que trabalharam em tempo parcial.

Quanto a impactos sociais foram aproveitados dois bolsistas técnicos de nível médio em empresas do setor de papel e celulose, utilizando conhecimentos do projeto.

A pesquisa, com relação à diminuição de impactos ambientais, permitiu a redução no consumo de matéria-prima, tanto da celulose virgem como de soda utilizada para o branqueamento. O processo utiliza para o branqueamento soda mais oxigênio, tornando mais eficiente a transformação do papel em um papel mais nobre. Segundo o pesquisador coordenador, a quantidade de soda e oxigênio utilizados no processo depende da qualidade do papel. Quando o papel é homogêneo, tem-se um

rendimento maior do que quando é heterogêneo. Com uma etapa a menos no processo, reduz-se a quantidade de energia utilizada. Há dificuldade de mensurar esses valores devido à qualidade do papelão na reciclagem, como à necessidade de novos testes para a mensuração destes valores. O material que se utiliza é papel e papelão, todo reciclável, no lugar de celulose virgem, para a produção de papel para escrever e imprimir.

Conforme o relatório técnico, com a execução desse projeto, foi verificada uma redução na concentração de poluentes gerados durante o processamento das aparas de papel em taxas consideradas elevadas, da ordem de 74 e 90% para DQO e DBO, respectivamente, o que viabiliza, ambientalmente, o processo de polpação proposto que também simplifica a recuperação química tradicional de um processo de obtenção de celulose, além de substituir a madeira como matéria-prima.

A viabilidade de utilizar o resíduo (celulose) está na sua disponibilidade, facilidade de transporte e preço da celulose virgem, a partir da madeira, no mercado.

Considerando todos os resultados obtidos na pesquisa, o pesquisador coordenador considera mais importante o alto rendimento atingido. Para a empresa parceira, segundo a entrevista realizada com o gerente de meio ambiente, o resultado mais importante obtido foi a possibilidade de fornecer para um novo mercado, abrir uma frente a fim de viabilizar o produto que é matéria-prima nesta tecnologia. Também foi considerado importante, embora secundário para a empresa, o acesso às informações e à credibilidade que a empresa ganha ao participar de um projeto de pesquisa. Passa a ser caracterizada como uma empresa que participa do desenvolvimento tecnológico, buscando alternativas e tendo seu nome circulando em várias instâncias.

Tabela 4: Resultado das pesquisas

Divisão dos indicadores	Indicadores operacionais	Tecnologias mais limpas	Teste de genotoxicidade	Microorganismos de água e esgoto	Tratamento de chorume	Sorção de contaminantes	Reciclagem de polímeros	Reaproveitamento de papel velho	Total	Avaliação dos Indicadores *	
1. Insumos	1.1 Valor FAPERGS (R\$)	130.000	33.000	30.000	27.000	86.000	68.770	48.700	423.470	12,00	
	1.1.1 Capital (R\$)	123.500	8.600	11.500	26.000	70.000	49.014	32.100	320.714	12,00	
	1.1.2 Custeio (R\$)	6.500	24.000	18.500	1.000	16.000	19.756	16.600	102.756	12,00	
	1.2 Valor Empresa (R\$)	0	0	0	0	0	0	43.040	43.040	12,00	
	1.2.1 Capital (R\$)	0	0	0	0	0	0	13.500	13.500	11,67	
	1.2.2 Custeio (R\$)	0	0	0	0	0	0	29.540	29.540	11,67	
	1.3 Valor total da pesquisa (R\$)	130.000	33.000	30.000	27.000	86.000	68.770	91.740	471.510	12,00	
2. Resultados de produção e difusão do conhecimento	2.1 Produção intelectual										
	2.1.1 Teses	1	1	0	0	1	0	0	3	12,00	
	2.1.2 Dissertações	4	4	4	0	0	0	0	12	12,00	
	2.1.3 Trabalhos de conclusão de curso graduação e especialização	0	0	1	1	0	4	6		12,00	
	2.1.4 Manuais de instrução	0	0	0	0	0	0	1	1	8,67	
	2.1.5 Artigos em revistas científicas nacionais	0	5	0	0	0	1	0	6	12,00	
	2.1.6 Artigos em revistas científicas internacionais	3	6	0	0	2	1	0	12	12,00	
	2.1.7 Artigos em congressos nacionais	7	9	0	0	3	23	0	42	12,00	
	2.1.8 Artigos em congressos internacionais	9	19	0	1	4	3	0	36	12,00	
	2.1.9 Livros	0	0	0	0	0	0	0	0	12,00	
	2.1.10 Capítulo de livros	0	0	0	0	0	0	0	0	12,00	
	2.1.11 Resumos publicados em encontros e reuniões científicas	8	0	8	5	2	12	0	35	4,67	
	2.1.12 Apresentação de bolsistas de IC	8	0	8	5	2	12	0	35	11,33	
	2.1.13 Patentes										
	2.1.13.1 Requerimentos de patentes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,00
2.1.13.2 Concessões de patentes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,00	
2.1.14 Softwares gerados	0	1	0	0	0	0	0	0	1	12,00	



Divisão dos indicadores	Indicadores operacionais	Tecnologias mais limpas	Teste de genotoxicidade	Microorganismos de água e esgoto	Tratamento de chorume	Sorção de contaminantes	Reciclagem de polímeros	Reaproveitamento de papel velho	Total	Avaliação dos Indicadores *
2. Resultados de produção e difusão do conhecimento	2.1.15 Protótipos	0	0	0	0	0	1	1	2	11,67
	2.1.16 Novas disciplinas	0	1	0	0	0	0	0	1	12,00
	2.1.17 Disciplinas que incluíram o conteúdo da pesquisa	0	0	0	0	0	1	0	1	10,33
	2.1.18 Pessoas que assistiram a cursos	20	0	0	0	0	30	0	50	11,33
	2.1.19 Reportagens em jornais de grande circulação	0	nd	0	0	1	0	2	nd	8,67
	2.1.20 Entrevistas na televisão	0	0	0	1	0	0	0	1	8,67
3. Impactos de Inovação	3.1 Tipos de Inovações									
	3.1.1 Novos produtos	0	0	0	0	1	0	0	1	11,33
	3.1.2 Produtos melhorados	0	0	0	0	0	0	0	0	11,67
	3.1.3 Novos processos	1	2	1	0	0	0	0	4	11,67
	3.1.4 Processos melhorados	0	3	0	0	0	1	1	5	9,00
	3.2 Nível da inovação tecnológica									12,67
	3.2.1 nova no mundo						X**		1***	12,00
	3.2.2 nova no país	X**	X**			X**		X**	4***	12,00
	3.2.3 nova na empresa			X**					1	12,00
	3.3 Resultado para a empresa									
	3.3.1 Aumento de faturamento (R\$)	0	0	0	0	0	0	0	0	9,00
	3.3.2 Diminuição do custo do produto (R\$)	0	0	0	0	0	0	0	0	9,00
	3.3.3 Diminuição (ou aumento) do preço do produto (R\$)	0	0	0	0	0	0	0	0	9,33
	3.4 Geração de novos projetos	3	4	1	2	2	7	0	19	11,67
3.4.1 Geração de novos projetos em parceria	1	3	0	1	0	1	0	6	7,00	
4. Impactos Sociais	4.1 Criação de empresa ( <i>spin off</i> )	0	0	0	0	0	0	0	0	11,00
	4.2 Número de empregos gerados	0	1	0	0	0	0	0	1	11,33
	4.3 Número de empregos eliminados	0	0	0	0	0	0	0	0	10,67
	4.4 Geração de impostos	0	nd	0	0	0	0	0	0	10,67
	4.5 Desenvolvimento de competências em pesquisa	19	12	14	4	9	22	12		11,67

Divisão dos indicadores	Indicadores operacionais	Tecnologias mais limpas	Teste de genotoxicidade	Microorganismos de água e esgoto	Tratamento de chorume	Sorção de contaminantes	Reciclagem de polímeros	Reaproveitamento de papel velho	Total	Avaliação dos Indicadores *
4. Impactos Sociais	4.5.1 Professores	3	3	2	2	2	6	2	20	12,00
	4.5.2 Doutorandos	2	1	0	0	1	0	1	5	12,00
	4.5.3 Mestrandos	5	4	5	0	0	0	0	14	12,00
	4.5.4 Professores visitantes	1	1	0	1	1	1	0	5	11,33
	4.5.5 Bolsistas de Desenvolv.. Técnico	3	0	0	0	0	1	0	4	12,00
	4.5.6 Bolsistas Iniciação Científica	5	3	3	1	6	6	2	26	12,00
	4.5.7 Pessoas de empresas envolvidas integralmente	0	0	0	0	0	0	0	0	12,00
	4.5.8 Pessoas de empresas envolvidas parcialmente	0	0	0	0	0	0	2	2	12,00
	4.5.9 Voluntários	0	0	4	0	0	4	0	8	11,33
	5. Impactos no meio ambiente	5.1 Redução de utilização de recursos								
5.1.1 Redução na geração de resíduos perigosos		X**				X**			2***	10,67
5.1.2 Redução no consumo de matérias-primas		X**				X**	X**	X**	4***	10,67
5.1.3 Redução no consumo de energia							X**	X**	2***	10,67
5.1.4 Redução no consumo de água		X**							1***	10,67
5.2 Maior reciclabilidade ou reutilização dos materiais		X**			X**	X**	X**	X**	5***	10,67
5.3 Adequação às leis ambientais										
5.3.1 Adequou-se produtos às leis ambientais			X**	X**			X**		3***	11,67
5.3.2 Adequou-se processos às leis ambientais		X**			X**	X**			3***	11,67
5.4 Projeto visa à despoluição de ambientes			X**	X**	X**	X**	X**		5***	8,00

nd – dado não disponível.

\*A avaliação dos indicadores é a soma das médias do julgamento de três juízes, conforme os seis critérios estabelecidos para os indicadores, variando de zero (0) a doze (12) (Anexo IV).

\*\*O projeto atende ao indicador.

\*\*\*Número de projetos que atendem ao indicador.

## CONCLUSÕES E SUGESTÕES

O trabalho buscou identificar os insumos, resultados e impactos de inovação, sociais e ambientais de projetos de pesquisa de meio ambiente e especificar um conjunto de indicadores de avaliação, com base na análise destes projetos.

Foram propostos e julgados, segundo critérios, grupos de indicadores baseados na revisão bibliográfica, para, além de permitir uma avaliação integrada dos projetos, auxiliar as instituições financiadoras dos mesmos no cumprimento do seu dever de evidenciar o destino e o possível retorno dos recursos investidos.

A seguir, são apresentadas conclusões e comentários sobre os testes dos indicadores aplicados aos projetos.

### **a) Quanto aos indicadores de insumos**

Com relação aos insumos do projeto, obtiveram-se indicadores que revelaram os recursos concedidos pela FAPERGS e pela empresa (no caso de parceria), em capital e em custeio. Apenas um projeto investigado teve parceria de um centro de pesquisa com uma empresa, apesar de todos os editais admitirem essa modalidade. Com esses dados, têm-se os valores monetários investidos nas pesquisas que, no entanto, não representam o seu custo total efetivo, mas somente da aplicação da FAPERGS e da empresa parceira. Há, ainda, a participação da universidade e de outras fontes de financiamento, o que significa dizer que não se está levantando o custo total do projeto, mas apenas a contribuição da FAPERGS.

O valor total de investimento dos sete projetos foi de R\$ 471.510,00. Desse valor, apenas uma empresa concedeu a quantia de R\$ 43.040,00, destinando R\$

13.500,00 para capital e R\$ 29.540,00 para custeio. Do valor total de R\$ 423.470,00 – cedido pela FAPERGS –, R\$ 320.714,00 foram destinados a capital e R\$102.756,00 a custeio. Nesses recursos, são obtidos dados de investimento em capital (compra de máquinas, equipamentos, material bibliográfico) e custeio (compra de materiais de uso corrente e manutenção de equipamentos).

Na média do julgamento dos indicadores feito pelos juízes, o valor da pesquisa, o valor cedido pela empresa e pela FAPERGS, considerando os valores em capital e custeio, receberam nível doze, em uma escala de zero a doze, atendendo plenamente aos critérios estabelecidos, isto é, foram considerados válidos, confiáveis, viáveis, abrangentes, mensuráveis e relevantes como indicadores de insumo.

#### **b) Quanto aos indicadores de resultados de produção e difusão de conhecimentos**

Os indicadores de resultados consideraram, basicamente, a geração e difusão de conhecimentos de forma a identificar tanto os resultados individuais dos projetos como o resultado de seu somatório.

Os sete projetos geraram um grande número de dissertações, teses, trabalhos de conclusão de cursos, artigos publicados em revistas científicas e congressos nacionais e internacionais, manual de instrução para a utilização de tecnologia, apresentações de bolsistas de iniciação científica em encontros, *software* estatístico, protótipos, cursos dados, etc. (Tabela 4), apresentando uma forma expressiva de resultado de pesquisa. Estes dados, basicamente bibliométricos e de patentes, são comumente mais utilizados como indicadores de resultados de projetos de pesquisa, pois melhor atendem aos critérios estabelecidos.

Os indicadores de resultados atendem aos critérios, desde que seja considerado apenas o que foi produzido e já publicado, revelando resultados primários gerados pelo projeto executado.

A maioria dos indicadores obteve nível 12 (doze); há alguns que, segundo o julgamento feito pelos juízes, não atenderam totalmente aos critérios estabelecidos.

O indicador “manual de instrução” obteve nível 8,66 de atendimento, em uma escala de zero a 12 (doze), devido, principalmente, ao não atendimento dos critérios de validade e relevância. Entretanto, pode-se argumentar que, em se tratando de projetos de caráter tecnológico, este indicador pode ser considerado válido e relevante, por exemplo, quando em um projeto realizado em parceria com uma empresa, não houve, até o momento da entrevista com o pesquisador coordenador, outro tipo de produção intelectual.

O indicador “resumos publicados em encontros e reuniões científicas” obteve nível de atendimento 4,67, em uma escala de zero a doze, por não atender aos critérios de validade, confiabilidade, viabilidade e relevância estabelecidos. Também os indicadores “reportagens em jornais de grande circulação” e “entrevistas na televisão” receberam ambos nota 8,67, por atenderem parcialmente aos critérios de validade, viabilidade e relevância.

Há, também, alguns indicadores como livros, capítulos de livros, patentes requeridas e patentes concedidas que, mesmo não obtendo a informação nos projetos estudados, segundo os juízes, atendem aos critérios estabelecidos e fazem comumente parte dos dados bibliométricos e de patentes, devendo estar presentes nos indicadores.

Pode-se, dentro da produção intelectual, como resultado da pesquisa, realizar uma nova subdivisão, conforme o PADCT/CNPq (2000), na qual os artigos, livros e teses fazem parte dos resultados científicos e os protótipos, *softwares* e patentes fazem parte dos resultados tecnológicos.

Muitos pesquisadores tiveram dúvidas ao responder a algumas perguntas do questionário, por não haver necessidade anterior da obtenção destes dados. As dificuldades de resposta foram relativas aos indicadores: resumos publicados em encontros e reuniões científicas, apresentação de bolsistas de iniciação científica, reportagens em jornais de grande circulação e entrevistas na televisão.

Há, também, algumas dificuldades com relação à contagem de artigos publicados em revistas científicas devido à demora na publicação e à dificuldade com

relação a períodos diferentes de formação de doutores e mestres e da execução da pesquisa. Além disso, surgem novos projetos sobre o mesmo assunto, financiados pelas mesmas fontes, dando continuidade à linha de pesquisa do grupo, dificultando a contagem dos dados.

### **c) Quanto aos indicadores de impacto de inovação**

Os indicadores de impacto de inovação apresentam resultados expressivos. Mesmo sendo basicamente indicadores do *Manual de Oslo* (1998), concebidos para mensurar a inovação tecnológica em países, foram obtidos dados de inovação tecnológica dos projetos.

Referente aos indicadores de tipos de inovações, os sete projetos tiveram: cinco melhoramentos de processos que geraram adaptações e melhorias nos processos de produção, quatro novos processos e um novo produto, totalizando dez inovações. Alguns projetos, por serem compostos por subprojetos, obtiveram mais de uma inovação.

Foi identificado que apenas um projeto teve nível de inovação com uma melhoria de processo inédita no mundo. Os outros foram com tecnologias novas para o país e um na empresa, sendo que, esta última, apesar de pesquisada, ainda não foi adotada pela empresa. Um projeto também não obteve inovação, pois a solução tecnológica ainda está sendo pesquisada.

Conforme o julgamento realizado, os indicadores de tipos de inovações atendem aos critérios estabelecidos, sendo considerados válidos, viáveis, confiáveis, mensuráveis, abrangentes e relevantes. O nível de inovação foi julgado como um indicador que também atende a todos os critérios. Cabe salientar que, conforme o *Manual de Oslo* (1998), este indicador aparece como complementar ao tipo de inovação e acaba sendo mais um fator de identificação da tecnologia.

Os indicadores de impacto de inovação de resultado para a empresa não foram utilizados, porque os produtos e processos resultantes das pesquisas estudadas ainda estão em fase piloto de produção ou de instalação do processo em empresas, ou

necessitam de novos projetos para adequar protótipos, sendo necessário um estudo dos resultados e impactos dos projetos seguintes para verificar os impactos para a empresa. Os impactos de inovação poderão ser efetivados mais adiante com a continuidade do tema de pesquisa do projeto seguinte.

Conforme o julgamento realizado, os indicadores de resultado da empresa como: aumento de faturamento, diminuição do custo do produto e diminuição do preço do produto receberam nível 9 (nove) por atenderem parcialmente aos critérios de confiabilidade, viabilidade, mensurabilidade e abrangência. Apesar de serem válidos, esses indicadores apresentam dificuldade ao revelar os valores monetários, já que a confiabilidade pode ser comprometida, na medida em que a contabilidade utilizar diferentes metodologias para a obtenção dos dados.

Quanto ao indicador de geração de novos projetos, verificou-se que os sete projetos estudados geraram dezenove novos projetos, sendo que cinco foram em parceria com o setor produtivo e um com uma prefeitura. Conforme o julgamento, o indicador de geração de novos projetos atendeu a todos os critérios, mas o indicador de geração de novos projetos em parceria foi julgado como não atendendo ao critério de relevância. Apesar da opinião dos juízes, este indicador foi considerado importante por ser um fator de transferência e aplicação da tecnologia no setor produtivo e setor público. Merece, também, consideração, visto que os projetos feitos em parceria com empresas são de interesse para a própria Fundação que os fomenta.

#### **d) Quanto aos indicadores de impactos sociais dos projetos**

Não houve dados para alguns indicadores sociais, mas apenas possíveis registros, sendo alguns deles efetivos e considerados impactos sociais de projetos seguintes.

Nenhuma empresa foi constituída para produzir ou utilizar algum resultado dos projetos. A forma de transferência dos conhecimentos deu-se, basicamente, em novos projetos em parceria com o setor produtivo. Mesmo assim, esse indicador recebeu nível 11 (onze) de atendimento aos critérios, numa escala de zero a 12 (doze), devido

à sua adequação como indicador de impacto social, atendendo a quase totalidade dos critérios, segundo os juízes.

Os indicadores de empregos gerados e eliminados receberam nível 11,33 de atendimento aos critérios. Um dos critérios que estes indicadores atenderam parcialmente foi o da abrangência do indicador, talvez devido a considerar a sua não aplicabilidade a projetos de ciência pura.

Os indicadores de desenvolvimento de competências permitiram identificar o número de pessoas que participaram da equipe de execução dos projetos e especificar quem foram estas pessoas (professores, doutorandos, mestrandos, bolsistas de desenvolvimento técnico, bolsistas de iniciação científica, pessoas de empresas envolvidas parcial e integralmente, professores visitantes e voluntários). Os dados foram coletados nos processos e confirmados nas entrevistas, visto que existem diferenças entre a equipe executora listada no projeto inicial e a que se efetivou no relatório final.

Indicadores como professores visitantes, número de bolsistas de iniciação científica, doutorandos e mestrandos foram atualizados. O indicador de número de pesquisadores voluntários foi acrescentado ao realizar as entrevistas, pois se descobriu a existência de projetos em que estudantes trabalharam cumprindo seus estágios obrigatórios dos cursos de graduação.

Foi considerado o desenvolvimento de competências como parte dos indicadores de impacto social gerados pela pesquisa. No julgamento dos indicadores, o desenvolvimento de competências atendeu a todos os critérios estabelecidos.

#### **e) Quanto aos indicadores de impacto de meio ambiente**

Os indicadores de impacto do meio ambiente permitiram identificar que os projetos visaram, sob algum aspecto, à adequação às leis ambientais e se destinam à conservação do meio ambiente. Quatro deles estão voltados à redução no consumo de matérias-primas e à reciclabilidade ou reutilização de materiais. Apenas dois estudaram tecnologias que reduzem o consumo de energia e um da água. Dois projetos



envolvem a redução de resíduos perigosos no processo de produção e alguns, também, são testes que diagnosticam as condições ambientais.

Para mensurar em valores monetários as reduções causadas pelos projetos, como os dados apresentados pelo CNTL (1998), é necessário um estudo da tecnologia aplicada na empresa, o que não ocorreu com os projetos estudados. O pesquisador, ao executar o projeto em seu laboratório, possui dados, eventualmente estatísticos, de prováveis reduções percentuais e não de valores absolutos, ou pelo menos, sabe que a tecnologia envolve algum tipo de redução de recursos, mas não tem certeza destes níveis de redução. Por esse motivo, critérios como viabilidade da coleta de dados e mensurabilidade dos dados não são plenamente atendidos.

Segundo o julgamento realizado, os indicadores – redução na geração de resíduos perigosos, redução no consumo de matérias-primas, redução no consumo de energia, redução no consumo de água – possuem nível 10,67 de atendimento aos critérios. Tais indicadores, segundo os juízes, têm atendimento parcial aos critérios viabilidade, mensurabilidade e abrangência, conforme citado anteriormente.

Os indicadores de adequação de produtos e processos às leis ambientais tiveram atendimento a todos os critérios, segundo julgamento realizado. Dos sete projetos estudados, três envolviam a adequação de produtos às leis ambientais e três à adequação de processos às leis ambientais.

Conforme o julgamento, o indicador referente à despoluição de ambientes não atendeu plenamente aos critérios, recebendo nível 8 (oito) de atendimento, na escala de nível zero a 12 (doze). Pelas respostas dos pesquisadores cinco dos sete projetos envolviam, direta ou indiretamente, a despoluição de ambientes. De acordo com Castro (1998, p.40), alguns projetos envolvem regiões de pólos industriais, tratando da poluição causada por resíduos sólidos – lixo inerte e tóxico e poluição das águas interiores. Esses dados, apesar de não serem apresentados no quadro de indicadores, podem fazer parte de alguma lista de benefícios gerados, tendo em vista que trazem medidas que tratam de problemas ambientais existentes. No entanto, para verificar os

níveis destes impactos ambientais das regiões envolvidas são necessários estudos técnicos específicos de cada área de pesquisa.

### **Considerações gerais**

Quanto aos aspectos gerais ligados a todos os indicadores, os impactos ocorridos após o término dos projetos, que acontecem a médio e longo prazo, continuam através da geração de novos projetos, utilização da tecnologia por empresas interessadas, publicações em revistas científicas internacionais, etc.

Para que os dados sejam os mais fidedignos possíveis, poderia ser criado um sistema de indicadores no qual o pesquisador, durante um certo período de tempo, através do uso de uma senha, possa ter acesso à rede da Fundação via Internet, a fim de atualizar os dados junto à instituição de financiamento. Esse sistema pode conter o projeto enviado, o seu relatório, o histórico de toda seqüência de projetos, relatórios do pesquisador, etc.

Esse trabalho permite fazer, além da análise da destinação dos recursos já existente nos Relatórios de Atividades das FAPs, uma análise dos resultados e impacto de inovação, impacto social e impacto de meio ambiente, dos recursos concedidos aos projetos de pesquisa.

É importante trabalhar não somente com valores totais concedidos, valores médios concedidos, valores concedidos por instituição, valores concedidos por área de conhecimento, mas, para trabalhar com os resultados e os impactos gerados pelos projetos, é necessário utilizar indicadores que levantem informações sobre a produção intelectual, tipos e níveis de inovação tecnológica gerada, resultados para a empresa, no caso de projetos feitos em parceria, desenvolvimento de competências e outros indicadores que constam da Tabela 4.

Com a continuidade das coletas de dados das pesquisas ao longo dos anos por parte da instituição, tem-se a possibilidade de realizar análises estatísticas, evidenciando a eficácia dos investimentos realizados nos projetos de pesquisa de melhoria e preservação ambiental.

De um estudo com um número mais amplo de projetos em que é realizado o levantamento de resultados e impactos dos projetos, pode-se retirar ou anexar algum indicador que atenda mais plenamente aos critérios de validade, confiabilidade, viabilidade, mensurabilidade, abrangência e relevância.

Sugere-se, ainda, para um sistema de avaliação de resultados:

- A utilização dos indicadores deste trabalho para projetos na área de meio ambiente e adequação de indicadores, conforme as áreas de pesquisa envolvidas. Para projetos de outros editais, envolvendo outras áreas de pesquisa, são necessários indicadores das áreas específicas.
- Todo o processo, desde o encaminhamento do projeto, o acompanhamento da pesquisa, a entrega de relatório final e a aprovação do processo, pode ser feito através da internet, em formulário fornecido pela própria FAPERGS, com senha de acesso ao pesquisador e prazos de atualização de dados por projeto, tal qual o PADCT do CNPq, por exemplo.
- Revisão periódica dos indicadores para alteração do quadro, conforme a dinâmica das pesquisas e o atendimento aos critérios estabelecidos. À medida que os indicadores são testados em um número cada vez maior de projetos, podem surgir novos indicadores.
- Os resultados da pesquisa podem ser mostrados em seqüência junto com os resultados das pesquisas realizadas anteriormente pelo mesmo pesquisador coordenador, seguindo sua linha de pesquisa e considerando os projetos anteriores com o mesmo objetivo que receberam recursos de FAP. Nesse caso, tem-se uma seqüência vertical, mostrando resultados totais de projetos por edital e ao longo dos anos, e um corte horizontal que permite mostrar os projetos e os resultados dos projetos do pesquisador.
- Montagem de um *software* que recolha, automaticamente, os resultados preenchidos pelos pesquisadores no formulário eletrônico e gere uma tabela de insumos, resultados e impactos a ser oferecida na *home page* da FAP.

## REFERÊNCIAS

ARVESON, Paul. *Designing Metrics*. Artigo. Estado Unidos. Disponível em: <[www.balancedscorecard.org/metrics/metrics\\_features.html](http://www.balancedscorecard.org/metrics/metrics_features.html)>. Acesso em: 4 nov. 2001.

BARKER, Derek; LLOYD, Philippa. Evaluation of science research in the United Kingdom. Chapter 3. In: OCDE, *Evaluation of science research: selected experiences*, OCDE, Paris, 1997. Disponível em: <[www.OCDE.org/desti/sti/s\\_t/scs/prod/pefrep#/gd\(97\)194](http://www.OCDE.org/desti/sti/s_t/scs/prod/pefrep#/gd(97)194)>. Acesso em: maio 2000.

BARREIRO, José; POLENZ, Mariza; LIMA, Luanne. Resultados da aplicação de metodologia de avaliação de projetos para o Programa SOFTEX. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, XX, 1998. *Anais...* São Paulo, 17-20 nov. 1998, p. 935-950.

BENAKOUCHE, Rabah. *Avaliação monetária do meio ambiente*. Makron Books do Brasil: São Paulo, 1994.

BOSSSEL, Hartmut. *Indicators for sustainable development: Theory, method, applications*. International Institute for Sustainable Development (IISD), Canadá, 1999. Disponível em: <[www.iisd.ca](http://www.iisd.ca)>. Acesso em: jun. 2000.

CASTRO, N. (Coord.) *A questão ambiental e as empresas*, SEBRAE, Brasília, 1998.

CNPq, *Número de Pesquisadores engajados em projetos do PADCTII por titulação acadêmica, resultados científicos e resultados tecnológicos*. Disponível em: <[http://www.reaact.cesar.org.br:21500/consult/owa/geral\\_form](http://www.reaact.cesar.org.br:21500/consult/owa/geral_form)>. Acesso em: 28 jun. 200.

CNTL, Centro Nacional de Tecnologias Limpas. UNIDO/UNEP/SENAI/FIERGS, Rio Grande do Sul, 1998.

COZZENS, S.; MELKERS, J. Use and usefulness of performance measurement in state science and technology programs. *Policies Studies Journal*, v.25, p.425-435, 1997.

ESBER, Eugênio; LORINI, Arlete. Pesquisa, já. *Revista Amanhã*, n.120, p. 48-65, jun. 1997.

EPSTEIN, Marc. *Measuring Corporate Environmental Performance*. Institute of Management Accountants. The Irwin Professional Publishing Accounting Library. USA, 1996.

FRACASSO; Edi et al. Indicadores e sugestões para avaliação institucional, Relatório preliminar, Porto Alegre, Agosto/1998.

FAPERGS, *Edital (07/96) Projeto Áreas Estratégicas: biotecnologia*, Porto Alegre, 1996a.

FAPERGS, *Edital (08/96) Projeto Áreas Estratégicas: química*, Porto Alegre, 1996b.

FAPERGS, *Edital (10/96) Projeto Áreas Estratégicas: materiais e processos*, Porto Alegre, 1996c.

FAPERGS. *Relatório de Atividades*. Secretaria de Ciência e Tecnologia: RGS, 1997.

FAPERGS. *Manual Operacional*. Secretaria de Ciência e Tecnologia: RGS, novembro/1998.

GEISLER, Elieser. *The metrics of science and technology*. Quorum Books: Estados Unidos, 2000.

KAUKONEN, Erkki. Evaluations of scientific research in Finland, Chapter 1. In: OCDE, *Evaluation of science reseach: selected experiences*, OCDE, Paris, 1997<[www.OCDE.org/desti/sti/s\\_t/scs/prod/pefrep#/gd\(97\)194](http://www.OCDE.org/desti/sti/s_t/scs/prod/pefrep#/gd(97)194)>. Acesso em: maio 2000.

KRUGLIANSKAS, Isak. Planejamento e controle de projetos de P&D em empresas brasileiras. *Revista de Administração*, São Paulo, n. 24, v. 2, p. 74-82, abr.-jun. 1989.

KOSTOFF, Ronald. *Science and Technology Metrics*, Departament of the Navy, Arlington, VA

MANUAL DE OSLO, OCDE, CE-Eurostat. In: MARTÍNEZ, Eduardo, ALBORNOZ, Mario (Eds.) *Indicadores de ciencia y tecnologia: estado del arte y perspectivas*. Caracas: Nueva Sociedad, 1998.

MARTÍNEZ, Eduardo; ALBORNOZ, Mario. Indicadores de ciencia y tecnologia: balance y persperctivas. In: MARTÍNEZ, Eduardo; ALBORNOZ, Mario (Eds.) *Indicadores de ciencia y tecnologia: estado del arte y perspectivas*. Caracas: Nueva Sociedad, 1998.

MCT. Ministério da Ciência e Tecnologia. *Guia de fontes de financiamento em C&T*. 10. ed. Brasília <<http://www.mct.gov.br>>. Acesso em: 7 jun. 1999.

MOWERY, David; ROSENBERG, Nathan. The U.S. National innovation system. In: NELSON, Richard. *National Innovations Systems*, p. 30-75, 1993.

OCDE, *Evaluation of science research: selected experiences*, OCDE, Paris, 1997 <[www.OCDE.org/desti/sti/s\\_t/scs/prod/pefrep#/gd\(97\)194](http://www.OCDE.org/desti/sti/s_t/scs/prod/pefrep#/gd(97)194)>. Acesso em: maio 2000.

OHAYON, Pierre. Quadro metodológico para implementação de um sistema de indicadores de avaliação na FAPERJ – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE PESQUISA DE ADMINISTRAÇÃO em C&T, XVI., 1991. Rio de Janeiro. *Anais...*, 28-30 out. 1991, p. 81-104.

PIRIC, Amir, REEVE, Neville. *Evaluation of public investment in R&D – towards a contingency analysis*. Chapter 5, New Zealand, OCDE free documents, 1996, p.49-64.

ROUSSEL, Philip, SAAD, Kamal, BOHLIN, Nils. *Pesquisa & desenvolvimento: como integrar P&D ao plano estratégico e operacional das empresas como fator de produtividade e competitividade*. Makron Books: SãoPaulo, 1992.

SBRAGGIA, Roberto; MAXIMIANO, Antônio C.; KRUGLIANSKAS, Isaak. O gerente de projetos: seu papel e habilidades. *Revista de Administração*, v.21, n. 2, p. 24-31, jul.-set. 1986.

SBRAGGIA, Roberto. Avaliação do desempenho de projetos em instituições de pesquisa: um estudo empírico dentro do setor de tecnologia industrial. *Revista de Administração*. v.19, n.1, p. 83-93, jan.-mar.1984.

UNICEF. Guide for Monitoring and evaluation, 1990. <[www.unicef.org](http://www.unicef.org)>. Acesso em: 20 set.1999.

UNEP. Eco-Efficiency and Cleaner Production: charting the course to sustainability. Sustainability Consumption & Production, Linkages Virtual Policy Dialog. <[www.iisd.ca/linkages/consume/unep.html](http://www.iisd.ca/linkages/consume/unep.html)>. Acesso em: 27 dez.1999.

VALDÉS, Eduardo; BERNAL, Campo; JARAMILLO, Hernán; JARAMILLO, Luis Javier. Formulación de programas y proyectos. *Administración de programas y proyectos de investigación*, Colección ciencia y tecnología. BID – SECAB – CINDA, jul.1990.

VASCONCELOS, Eduardo (Coord.). *Gerenciamento e tecnologia: um instrumento para a competitividade empresarial*. São Paulo: Edgard Blücher, 1992.

VELHO, Lea. Indicadores científicos: aspectos teóricos y metodológicos. In: MARTÍNEZ, Eduardo (Ed.). *Ciencia, tecnología y desarrollo: interrelaciones teóricas y metodológicas*. Caracas: Nueva Sociedad, 1994.

ZAWISLAK, Paulo A. Reflexões a respeito da decisão de fazer cooperação tecnológica. In: ENCONTRO DA ANPAD, XX., 1996. *Anais...* Angra dos Reis, Rio de Janeiro, 22-25 set. 1996.

# **ANEXOS**

## ANEXO I

### CARTA DE APRESENTAÇÃO ENVIADA AOS COORDENADORES DAS PESQUISAS.



Porto Alegre, 17 de agosto de 2000.

Prezado Professor [Nome do Professor Coordenador]

O Núcleo de Gestão da Inovação Tecnológica (NITEC/ PPGA/ UFRGS) está realizando uma pesquisa sob a responsabilidade da mestrandia Claudia Maria H. Pereira intitulada “Investimentos de Ciência e Tecnologia: indicadores de resultados de projetos de pesquisas”.

Seu projeto de pesquisa [Nome do Projeto], pertence à população dos projetos da FAPERGS a serem estudados. Com o objetivo de levantar os resultados e impactos da pesquisa, encaminhamos o questionário em anexo. Conforme contato prévio por telefone, a data da entrevista a ser confirmada será 22 de agosto (terça-feira), às 9h30min.

Contamos com sua colaboração

**Profª Edi M. Fracasso**  
Coordenadora do NITEC/ PPGA/ UFRGS  
([emfracasso@adm.ufrgs.br](mailto:emfracasso@adm.ufrgs.br))

**Claudia M.H. Pereira**  
Mestranda NITEC/ PPGA/ UFRGS  
([cmherr@zaz.com.br](mailto:cmherr@zaz.com.br))



## ANEXO II

**QUESTIONÁRIO DE ENTREVISTA PARA OS PESQUISADORES  
COORDENADORES**

**1 Insumos**

1.1 Qual o objetivo inicial do projeto?

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> desenvolver um novo produto  | <input type="checkbox"/> criar uma empresa                |
| <input type="checkbox"/> desenvolver um novo processo | <input type="checkbox"/> obter recurso para a instituição |
| <input type="checkbox"/> prestação de serviços        | <input type="checkbox"/> melhorar o laboratório           |
| <input type="checkbox"/> melhoria de processo         | <input type="checkbox"/> desenvolver conhecimento         |
| <input type="checkbox"/> adequação às leis ambientais |   |
| <input type="checkbox"/> outros, quais? _____         |   |

**Quanto à formação e aperfeiçoamento de RH**

121 Número de pessoas que trabalharam no projeto

- |                      |  |
|----------------------|--|
| Professores _____    | Pessoas que assistiram a cursos _____              |
| Doutorandos _____    | Professores visitantes _____                       |
| Mestrandos _____     | Pessoas de empresas envolvidas integralmente _____ |
| Recém-formados _____ | Pessoas de empresas envolvidas parcialmente _____  |
| Bolsistas IC _____   | Outros, quem? _____                                |

**Quanto à melhoria de infra-estrutura**

1.3 Apoio aos laboratórios (Valor em R\$)

- |                               |
|-------------------------------|
| Livros _____                  |
| Máquinas e Equipamentos _____ |
| Assinaturas de jornais _____  |
| Microcomputadores _____       |
| Outros, quais? _____          |

1.4 Valor financiado pela FAPERGS : R\$ \_\_\_\_\_

1.5 Valor total da pesquisa: R\$ \_\_\_\_\_

1.6 Que instituição(es) financiou(aram) o restante? E o que foi financiado por ela?

(No caso de cooperação com empresa)

1.7 Quanto a empresa financiou? R\$ \_\_\_\_\_

1.8 Como a empresa participou na pesquisa e quanto foi investido? R\$ \_\_\_\_\_

- |                              |                          |
|------------------------------|--------------------------|
| Mão-de-obra, quem? R\$ _____ |                          |
| Materiais R\$ _____          | Equipamentos R\$ _____   |
| Laboratórios R\$ _____       | Outros, quais? R\$ _____ |

**Atividade de Produção Científica****2 Quanto à Produção Intelectual**

2.1 Quantas publicações o projeto gerou?

- |                           |                               |
|---------------------------|-------------------------------|
| Artigos em revistas _____ | Dissertações defendidas _____ |
| Artigos em anais _____    | Teses defendidas _____        |
| Livros _____              | Outras, quais? _____          |

## 2.2 Outras divulgações

Entrevistas \_\_\_\_\_ Relatos a empresários em encontros \_\_\_\_\_  
 Reportagens em jornais \_\_\_\_\_ Notas em jornais \_\_\_\_\_

2.3 Foi requerida patente do resultado?    ( ) sim        ( ) não

Por quê? \_\_\_\_\_

2.4 Foi concedida a patente requerida?    ( ) sim        ( ) não

## 2.5 Quanto à formação de pessoal:

Doutores _____	Pessoas que assistiram cursos _____
Mestres _____	Pessoas que assistiram seminários _____
Bacharéis _____	Pessoas treinadas _____
Funcionários de empresas _____	Outros, quem? _____

**3 Utilização de resultados**

## 3.1 Quanto à contribuição ao conhecimento

O resultado da pesquisa proporcionou avanço no “estado da arte” em termos de ciência?

( ) sim            ( ) não

Como? \_\_\_\_\_

3.2 O resultado da pesquisa contribuiu para o desenvolvimento tecnológico?

( ) sim            ( ) não

Como? \_\_\_\_\_

3.3 Foi comercializado?    ( ) sim        ( ) não

Com quem? \_\_\_\_\_

3.4 Que tipos de inovações gerou?

( ) um novo produto	( ) ampliou a gama de produtos da empresa
( ) um novo processo	( ) criou uma empresa
( ) melhoria de processo	( ) outras, quais? _____

3.5 Houve interação do grupo de pesquisa com o setor empresarial?

( ) sim            ( ) não

3.6 Custo do produto antes da aplicação da tecnologia resultante da pesquisa:

R\$ \_\_\_\_\_

3.7 Custo do produto depois da aplicação da tecnologia resultante da pesquisa:

R\$ \_\_\_\_\_

3.8 Preço de venda do produto antes da aplicação da tecnologia: R\$ \_\_\_\_\_

3.9 Preço no mercado depois da aplicação da tecnologia: R\$ \_\_\_\_\_

3.10 Quais as possibilidades de aplicação dos resultados do projeto para o GP? \_\_\_\_\_

E para a empresa parceira? \_\_\_\_\_

- 3.11 Houve transferência de tecnologia?     sim         não
- 3.12 Se sim, como foi realizada? \_\_\_\_\_
- 3.13 Qual o objetivo do grupo com a interação com o setor produtivo? \_\_\_\_\_
- 3.14 Foi atingido este objetivo?                     sim         não
- 3.15 Quais os benefícios para o grupo de pesquisa com essa interação? \_\_\_\_\_
- 3.16 Houve outras empresas interessadas na tecnologia desenvolvida?  
 sim                             não
- 3.17 Com relação a outros grupos de pesquisa, houve integração entre a instituição  
proponente e outros grupos de pesquisa?     sim                     não
- 3.18 Se sim, qual grupo (instituições de pesquisa)? \_\_\_\_\_
- 3.19 Que benefícios trouxe? \_\_\_\_\_
- 3.20 O resultado da pesquisa  
 atingiu 100% os objetivos da pesquisa  
 foi além das expectativas  
 ficou aquém das expectativas  
Por quê? \_\_\_\_\_
- 3.21 Este projeto foi resultado de conhecimento gerado por projetos realizados pelo próprio  
grupo de pesquisa? \_\_\_\_\_  
A partir deste projeto, há interesse na continuidade da pesquisa:
- 3.22 Pelo mesmo grupo de pesquisa?                     sim         não
- 3.23 Por outros grupos de pesquisa?                     sim         não
- 3.24 Pela mesma empresa?                             sim         não
- 3.25 Por outras empresas do mesmo setor?                     sim         não
- 3.26 Por empresas de setores diferentes?                     sim         não
- 3.27 Se há interesse em novos projetos com base nos resultados desse, será demandado  
novamente financiamento a FAPERGS?     sim                     não
- 3.28 Será demandado novamente financiamento de alguma outra instituição pública de  
fomento?                             sim         não  
Qual? \_\_\_\_\_

#### **4 Impactos sociais**

- 4.1 O resultado da pesquisa permitiu o aumento dos postos de trabalho numa empresa?  
 sim                             não

4.2 Cria algum tipo de serviço dentro da empresa?  sim  não  
Qual? \_\_\_\_\_

4.4 Algum estudante, recém-formado, mestre, doutor, ou outro envolvido na pesquisa foi empregado no mercado de trabalho em função do conhecimento adquirido com o desenvolvimento da pesquisa?  sim  não  
Quantos? \_\_\_\_\_  
Quem? \_\_\_\_\_

4.5 A inovação gerada como resultado da pesquisa gerou imposto?  
 sim  não  
Qual? \_\_\_\_\_

## 5 Meio Ambiente

A pesquisa proporcionou

5.1 Redução na geração de resíduos perigosos?  sim  não  
Quanto? \_\_\_\_\_ (ton./ano).

5.2 redução no consumo de matérias-primas?  sim  não  
Quanto? \_\_\_\_\_ (ton./ano).

5.3 Redução no consumo de energia?  sim  não  
Quanto? \_\_\_\_\_ (mwh/ano).

5.4 Redução no consumo de água?  sim  não  
Quanto? \_\_\_\_\_ (m<sup>3</sup>/ano).

5.5 Maior reciclabilidade dos materiais?  sim  não  
Quanto? \_\_\_\_\_ (ton.reciclada/ton.produzida).

5.6 Na sua opinião, a pesquisa contribuiu para o meio ambiente da região ao qual foi aplicada?  sim  não  
Por quê? \_\_\_\_\_

5.7 Com relação a inovações e diminuição dos impactos ao meio ambiente a pesquisa permitiu:

adequar o produto às leis ambientais

adequar o processo às leis ambientais

modificar a composição de materiais e utilizar materiais:

recicláveis  biodegradáveis  de ciclo de vida menor

recuperação de ambientes

outro, qual? \_\_\_\_\_

De todos os resultados obtidos qual o que o(a) senhor(a) considera o mais importante?  
Por quê? \_\_\_\_\_

## ANEXO III

### ROTEIRO DE ENTREVISTA PARA OS EMPRESÁRIOS PARCEIROS

Nome da empresa: \_\_\_\_\_

Nome e cargo do entrevistado: \_\_\_\_\_

#### 1 Insumos

##### 1.1 Qual o objetivo da empresa com o projeto?

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> desenvolver um novo produto  | <input type="checkbox"/> adequação às leis ambientais     |
| <input type="checkbox"/> desenvolver um novo processo | <input type="checkbox"/> obter recurso para a instituição |
| <input type="checkbox"/> prestação de serviços        | <input type="checkbox"/> melhorar o laboratório           |
| <input type="checkbox"/> melhoria de processo         | <input type="checkbox"/> desenvolver conhecimento         |
| <input type="checkbox"/> outros, quais? _____         |   |

##### 1.2 O resultado da pesquisa

- atingiu 100% os objetivos da pesquisa
- foi além das expectativas
- ficou aquém das expectativas
- Por quê? \_\_\_\_\_

#### Quanto à formação e ao aperfeiçoamento de RH

##### 1.3 Número de pessoas que trabalharam no projeto

Professores \_\_\_\_\_ Pessoas que assistiram a cursos \_\_\_\_\_

Doutorandos \_\_\_\_\_ Professores visitantes \_\_\_\_\_

Mestrandos \_\_\_\_\_ Pessoas de empresas envolvidas integralmente \_\_\_\_\_

Bolsistas de Apoio Técnico \_\_\_\_\_

Pessoas de empresas envolvidas parcialmente \_\_\_\_\_

Bolsistas IC \_\_\_\_\_ Outros, quem? \_\_\_\_\_

1.4 Quanto a Empresa financiou? R\$ \_\_\_\_\_

1.5 Como a Empresa participou na pesquisa e quanto foi investido? R\$ \_\_\_\_\_

Mão-de-obra, quem? R\$ \_\_\_\_\_

Materiais R\$ \_\_\_\_\_ Equipamentos R\$ \_\_\_\_\_

Laboratórios R\$ \_\_\_\_\_ Outros, quais? R\$ \_\_\_\_\_

#### 2 Atividade de Produção

##### Quanto à Produção Intelectual

##### 2.1 Quantas publicações o projeto gerou?

Artigos em revistas _____	Dissertações defendidas _____
Artigos em anais _____	Teses defendidas _____
Livros _____	Manuais _____
Relatórios _____	Outras, quais? _____

##### 2.2 Outras divulgações

Entrevistas _____	Relatos de empresários em encontros _____
Reportagens em jornais _____	Notas em jornais _____

2.3 O projeto gerou algum protótipo?       sim       não

2.4 Foi requerida patente do resultado?       sim       não

2.5 Foi concedida a patente requerida?       sim       não

### 3 Utilização de resultados

3.1 Quais as possibilidades de aplicação dos resultados do projeto para a Empresa? \_\_\_\_\_

3.2 O resultado da pesquisa contribuiu para a competitividade da Empresa?

sim       não

Por quê? \_\_\_\_\_

3.3 Qual o custo do produto **antes** da aplicação da tecnologia resultante da pesquisa:  
R\$ \_\_\_\_\_

3.4 Qual o custo do produto **depois** da aplicação da tecnologia resultante da pesquisa:  
R\$ \_\_\_\_\_

3.5 Qual o preço de venda do produto **antes** da aplicação da tecnologia:  
R\$ \_\_\_\_\_

3.6 Qual o preço no mercado **depois** da aplicação da tecnologia: R\$ \_\_\_\_\_

3.7 Houve outras empresas interessadas na tecnologia desenvolvida?

sim       não

3.8 A partir deste projeto, há interesse na continuidade da pesquisa pela empresa?

sim       não

3.9 Por outras empresas do mesmo setor?       sim       não

3.10 Por empresas de setores diferentes?       sim       não

### 4 Impactos sociais

4.1 O resultado da pesquisa permitiu o **aumento** dos postos de trabalho na empresa?

sim       não

4.2 O resultado da pesquisa permitiu a **diminuição** dos postos de trabalho na empresa?

sim       não

4.3 Criou algum tipo de serviço dentro da empresa?       sim       não

Qual? \_\_\_\_\_

4.4 Extinguiu algum tipo de serviço dentro da empresa?       sim       não

Qual? \_\_\_\_\_

4.5 Alguém envolvido na pesquisa foi contratado em função do conhecimento adquirido com o desenvolvimento da pesquisa?  sim  não

Quantos? \_\_\_\_\_

Quem? \_\_\_\_\_

4.6 A inovação gerada como resultado da pesquisa gerou imposto?  sim  não

Qual? \_\_\_\_\_

4.7 Criou uma nova empresa?  sim  não

## 5 Meio Ambiente

O resultado da pesquisa proporcionou para a Empresa

5.1 Redução na geração de resíduos perigosos?  sim  não

Quanto? \_\_\_\_\_ (ton./ano).

5.2 Redução no consumo de matérias-primas?  sim  não

Quanto? \_\_\_\_\_ (ton./ano).

5.3 Redução no consumo de energia?  sim  não

Quanto? \_\_\_\_\_ (mwh/ano).

5.4 Redução no consumo de água?  sim  não

Quanto? \_\_\_\_\_ (m<sup>3</sup>/ano).

5.5 Maior reciclabilidade dos materiais?  sim  não

Quanto? \_\_\_\_\_ (ton.reciclada/ton.produzida).

5.6 Com relação a inovações e diminuição dos impactos ao meio ambiente a pesquisa permitiu:

adequar o produto às leis ambientais

adequar o processo às leis ambientais

modificar a composição de materiais e utilizar materiais:

recicláveis  biodegradáveis  de ciclo de vida menor

recuperação e despoluição de ambientes

outro, qual? \_\_\_\_\_

5.7 De todos os resultados obtidos qual o que o (a) Senhor(a) considera o mais importante? \_\_\_\_\_

## ANEXO IV

Quadro 1: Soma das médias do julgamento dos indicadores em relação a seus critérios

Indicadores operacionais	Valido	Confiável	Viável	Mensurável	Abrangente	Relevante	Soma das Médias
<b>1 Insumos</b>							
1.1 Valor FAPERGS (R\$)	2	2	2	2	2	2	12.00
1.1.1 Capital (R\$)	2	2	2	2	2	2	12.00
1.1.2 Custeio (R\$)	2	2	2	2	2	2	12.00
1.2 Valor Empresa (R\$)	2	2	2	2	2	2	12.00
1.2.1 Capital (R\$)	2	2	2	2	2	1.67	11.67
1.2.2 Custeio (R\$)	2	2	2	2	2	1.67	11.67
1.3 Valor total da pesquisa (R\$)	2	2	2	2	2	2	12.00
<b>2 Resultados de produção e difusão de conhecimentos</b>							
<b>2.1 Produção intelectual</b>							
2.1.1 Teses	2	2	2	2	2	2	12.00
2.1.2 Dissertações	2	2	2	2	2	2	12.00
2.1.3 Trabalhos de conclusão de curso graduação e especialização	2	2	2	2	2	2	12.00
2.1.4 Manuais de instrução	0.33	2	2	2	2	0.33	8.66
2.1.5 Artigos em revistas científicas nacionais	2	2	2	2	2	2	12.00
2.1.6 Artigos em revistas científicas internacionais	2	2	2	2	2	2	12.00
2.1.7 Artigos em congressos nacionais	2	2	2	2	2	2	12.00
2.1.8 Artigos em congressos internacionais	2	2	2	2	2	2	12.00
2.1.9 Livros	2	2	2	2	2	2	12.00
2.1.10 Capítulo de livros	2	2	2	2	2	2	12.00
2.1.11 Resumos publicados em encontros e reuniões científicas	0	1	1.33	1.67	0.33	0.33	4.66
2.1.12 Apresentação de bolsistas de IC	2	2	2	2	2	1.33	11.33
<b>2.1.13 Patentes</b>							
2.1.13.1 Requerimentos de patentes	2	2	2	2	2	1.67	11.67
2.1.13.2 Concessões de patentes	2	2	2	2	2	2	12.00
2.1.14 Softwares gerados	2	2	2	2	2	2	12.00
2.1.15 Protótipos	2	2	2	2	2	1.67	11.67
2.1.16 Novas disciplinas	2	2	2	2	2	1.67	11.67
2.1.17 Disciplinas que incluíram o conteúdo da pesquisa	1	2	2	2	2	1.33	10.33
2.1.18 Pessoas que assistiram a cursos	2	2	2	2	2	1.33	11.33
2.1.19 Reportagens em jornais de grande circulação	1.67	1	2	2	2	0	8.67
2.1.20 Entrevistas na televisão	1.67	1	2	2	2	0	8.67



Indicadores operacionais	Valido	Confiável	Viável	Mensurável	Abrangente	Relevante	Soma das Médias
<b>3 Indicadores de impacto de inovação</b>							
3.1 Tipos de Inovações							
3.1.1 Novos produtos	2	1.67	2	2	2	2	11.67
3.1.2 Produtos melhorados	2	2	2	2	2	2	12.00
3.1.3 Novos processos	2	2	2	2	2	2	12.00
3.1.4 Processos melhorados	1	2	2	1.33	2	1	9.33
3.2 Nível da inovação tecnológica	2	2	2	2	2	2	12.00
3.2.1 nova no mundo	2	2	2	2	2	2	12.00
3.2.2 nova no país	2	2	2	2	2	2	12.00
3.2.3 nova na empresa	2	2	2	2	2	2	12.00
3.3 Resultado para a empresa							
3.3.1 Aumento de faturamento (R\$)	2	1.33	1.67	0.33	1	2	8.33
3.3.2 Diminuição do custo do produto (R\$)	2	1.33	1.67	0.33	1	2	8.33
3.3.3 Diminuição (ou aumento) do preço do produto (R\$)	2	1.67	1.67	0.33	1	2	8.67
3.4 Geração de novos projetos	1.67	2	2	2	2	2	11.67
3.4.1 Geração de novos projetos em parceria	1.67	1	1	1	2	0.33	7.00
<b>4 Indicadores de impacto social</b>							
4.1 Criação de empresa ( <i>spin off</i> )	2	1	2	2	2	2	11.00
4.2 Número de empregos gerados	2	2	1.33	2	2	2	11.33
4.3 Número de empregos eliminados	2	2	1.33	2	2	2	11.33
4.4 Geração de impostos	2	2	1.67	1	2	2	10.67
4.5 Desenvolvimento de competências em pesquisa	2	2	2	1.67	2	2	11.67
4.5.1 Professores	2	2	2	2	2	2	12.00
4.5.2 Doutorandos	2	2	2	2	2	2	12.00
4.5.3 Mestrandos	2	2	2	2	2	2	12.00
4.5.4 Professores visitantes	1.33	2	2	2	2	2	11.33
4.5.5 Bolsistas de Desenvolvimento Técnico	2	2	2	2	2	2	12.00
4.5.6 Bolsistas Iniciação Científica	2	2	2	2	2	2	12.00
4.5.7 Pessoas de empresas envolvidas integralmente	2	2	2	2	2	2	12.00
4.5.8 Pessoas de empresas envolvidas parcialmente	2	2	2	2	2	2	12.00
4.5.9 Voluntários	1.33	2	2	2	2	2	11.33
<b>5 Indicadores de impacto de meio ambiente</b>							
5.1 Redução de utilização de recursos							
5.1.1 Redução na geração de resíduos perigosos	2	1	1.67	2	2	2	
5.1.2 Redução no consumo de matérias-primas	2	1	1.67	2	2	2	
5.1.3 Redução no consumo de energia	2	1	1.67	2	2	2	10.67
5.1.4 Redução no consumo de água	2	1	1.67	2	2	2	10.67
5.2 Maior reciclabilidade ou reutilização dos materiais	2	1	1.67	2	2	2	10.67
5.3 Adequação às Leis ambientais							
5.3.1 Adequou-se produtos às leis ambientais	2	1.67	2	2	2	2	11.67
5.3.2 Adequou-se processos às leis ambientais	2	1.67	2	2	2	2	11.67

5.4. Projeto visa à despoluição de ambientes	0.33	1	1	2	2	1.67	8.00
--	------	---	---	---	---	------	------