

FABIANO GESSER

**REAPROVEITAMENTO DA BORRA NO PROCESSO DE INJEÇÃO:
ANÁLISE ECONÔMICA E AMBIENTAL**

JOINVILLE - SC

2006

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS

FABIANO GESSER

**REAPROVEITAMENTO DA BORRA NO PROCESSO DE INJEÇÃO:
ANÁLISE ECONÔMICA E AMBIENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade do Estado de
Santa Catarina – UDESC – como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Produção e Sistemas.

Orientador: Regis Kovacs Scalice

JOINVILLE – SC

2006

FABIANO GESSER

**REAPROVEITAMENTO DA BORRA NO PROCESSO DE INJEÇÃO:
ANÁLISE ECONÔMICA E AMBIENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito para obtenção do título de Bacharel no curso de graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

BANCA EXAMINADORA

Orientador:

Dr. Regis Kovacs Scalice
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Membro :

Msc. Ailton Barbosa
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

Msc. Rogério Simões
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Joinville, 29 de novembro de 2006.

Agradeço a Deus e a seu Filho, meu irmão
meus companheiros espirituais, dando-me
forças sempre.

Dedico este trabalho a meus pais e minha esposa que sempre me deram o apoio necessário para a realização deste. Obrigado.

RESUMO

O presente estudo é sobre o reaproveitamento da borra no processo de injeção com análise econômica e ambiental. A borra é um resíduo plástico descartado, isso porque é decorrente de dois processos: quando é reiniciado o processo de produção do material, pois antes de retomá-lo é necessário fazer a purga do material que está dentro do cilindro da injetora, devido o mesmo estar com a temperatura além do necessário para o processamento; e quando é necessário fazer troca de matéria-prima, onde é realizada uma limpeza do cilindro com material de limpeza para posteriormente colocar a nova matéria prima a ser injetada, pois é necessário realizar a purga para eliminar por completo a presença de material de limpeza, gerando assim a borra. O destino dessa borra na Embrapla, empresa onde realizou-se o estudo de caso, era a venda para empresas que trabalham com reciclagem de materiais, onde realiza-se a moagem e então a revenda para empresas de processamento de plásticos. Porém, nesse processo não há um devido cuidado para que a borra resulte num material reciclado de boa qualidade, isso porque, são derivados de borras com baixo valor agregado. Assim, o que se propõe no estudo de caso é a classificação e o reaproveitamento dessa borra de forma a tornar-se um material de melhor qualidade agregando maior valor ao material e com custos reduzidos à empresa. Como forma de demonstrar essa possibilidade o estudo de viabilidade econômica evidencia a redução de custo mensal que o reaproveitamento de borra proporciona para a empresa, tendo como meta recuperar somente 70% da borra produzida. A viabilidade ambiental por sua vez, utiliza-se do sistema de análise emergética, cuja proposta é verificar a energia necessária ao processo de reaproveitamento da borra. Nesse sentido, o que se comprovou é que necessita-se somente $1,52E+13$ sej para recuperar $1,51E+17$ sej de borra. Mostrando-se assim, também viável emergeticamente o reaproveitamento da borra.

Palavras-chave: Processo de Injeção. Resíduo Plástico. Reaproveitamento da Borra.

Viabilidade Econômica e Ambiental.

ABSTRACT

The present study is on the take advantage of again for splodges in the process of injection with economic and ambient analysis. It splodges it is a discarded plastic residue, this because it is decurrent of two processes: when the process of production of the material is restarted, therefore before retaking it is necessary to make purges it of the material that is inside of the cylinder of the injector one, had the same to be with the temperature beyond the necessary one for the processing; e when it is necessary to make raw material exchange, where a cleanness of the cylinder with cleanness material is carried through later to place the new substance cousin to be injected, therefore is necessary to carry through purges it to eliminate completely the presence of cleanness material, being thus generated splodges it. The destination of this splodges in the Embrapla, company where the case study was become fulfilled, he was sale for companies who work with recycling of materials, where becomes fulfilled it milling and then the resale for companies of plastic processing. However, in this process one it has not had well-taken care of one so that it splodges it results in a recycled material of good quality, this because, they are derived from you splodge with low aggregate value. Thus, what it is considered in the case study is the classification and the take advantage of again of this splodges of form to become a material of better quality being added bigger value the material and with reduced costs the company. As form to demonstrate to this possibility the economic feasibility study it evidences the reduction of monthly cost that the take advantage of again of splodges provides for the company, having as goal to only recoup 70% of splodges produced. The ambient viability in turn, is used of the system of emergy analysis, whose proposal is to verify emerged it necessary to the process of take advantage of again of splodges. In this direction, what one proved is that $1,52E+13$ sej is only needed to recoup $1,51E+17$ sej of splodges. Revealing thus, also viable emergy the take advantage of again of it splodges.

Word-key: Process of Injection. Plastic residue. Take Advantage of Again of splodges. Economic and Ambient viability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Máquina injetora.....	22
Figura 2 -	Instalações Embrapla – S/A.....	36
Figura 3 -	Área fabril Embrapla – S/A.....	38
Figura 4 -	Organograma Embrapla – S/A.....	39
Figura 5 -	Produtos fabricados pela Embrapla – S/A.....	41
Figura 6 -	Borra limpa.....	44
Figura 7 -	Borra queimada.....	45
Figura 8 -	Borra contaminada.....	46
Figura 9 -	Produção da borra.....	49
Figura 10 -	Borras separadas durante a injeção.....	50
Figura 11 -	Moinho.....	51
Figura 12 -	Estufa.....	52
Figura 13 -	Fluxograma para análise de custos.....	54
Figura 14 -	Representação emergética do processo de injeção.....	60
Figura 15 -	Representação emergética do processo de reaproveitamento da borra.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Quantidade de borra gerada por mês.....	46
Tabela 2 -	Custos por processo.....	56
Tabela 3 -	Redução de custo mensal.....	58
Tabela 4 -	Contabilidade energética do sistema do processo de injeção.....	62
Tabela 5 -	Contabilidade energética do sistema de recuperação da borra.....	62

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA.....	11
1.2 OBJETIVO GERAL.....	12
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
1.4 JUSTIFICATIVA.....	12
1.5 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO.....	13
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	13
1.7 METODOLOGIAS UTILIZADAS.....	14
1.8 ETAPAS DA PESQUISA-AÇÃO.....	15
1.8.1 Pesquisa exploratória.....	15
1.8.2 Formulação do problema.....	16
1.8.3 Discussão com o grupo de trabalho.....	16
1.8.4 Coleta de dados.....	16
1.8.5 Análise e interpretação dos dados.....	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1 MATERIAIS PLÁSTICOS.....	18
2.1.1 Divisão dos Termoplásticos – o Polibutileno Tereftalato.....	22
2.2 RESÍDUOS PLÁSTICOS E RECICLAGEM.....	23
2.3 ECOLOGIA INDUSTRIAL E REUTILIZAÇÃO DO PLÁSTICO.....	26
2.4 CÁLCULO DE EMERGIA.....	28
2.5 CUSTOS.....	32
2.5.1 Custos de produção.....	33
2.5.2 Outros tipos de custos.....	34
3 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	36
3.1 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA EMBRAPLA.....	36
3.2 PERFIL DA ORGANIZAÇÃO.....	37
3.3 ORGANOGRAMA EMBRAPLA.....	38
3.4 ASPECTOS GEOGRÁFICOS DA LOCALIZAÇÃO.....	39

	10
3.5 ASPECTOS AMBIENTAIS.....	40
3.6 PRODUTOS FABRICADOS.....	40
4 ESTUDO DE CASO.....	42
4.1 PRODUÇÃO DO RESÍDUO (BORRA).....	42
4.2 DESTINO DA BORRA.....	43
4.3 POSSIBILIDADE DE REAPROVEITAMENTO DA BORRA.....	43
4.3.1 Borra limpa.....	43
4.3.2 Borra queimada.....	44
4.3.3 Borra contaminada.....	45
4.4 DADOS HISTÓRICOS DA PRODUÇÃO DE BORRA NA EMBRAPLA.....	45
4.5 REAPROVEITAMENTO DA BORRA.....	47
4.6 FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE REAPROVEITAMENTO DE BORRA.....	48
4.7 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DO PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DA BORRA.....	48
4.7.1 Processo de injeção.....	48
4.7.2 Separação da borra.....	49
4.7.3 Qualidade da borra.....	50
4.7.4 Processo de moagem.....	50
4.7.5 Preparação do material.....	51
4.7.6 Secagem do material.....	52
4.7.7 Alimentação da injetora.....	52
4.8 ANÁLISE ECONÔMICA.....	53
4.8.1 Separação da borra.....	55
4.8.2 Qualidade da borra.....	55
4.8.3 Processo de moagem.....	55
4.8.4 Preparação do material.....	56
4.9 VIABILIDADE ECONÔMICA.....	56
4.10 ANÁLISE DE IMPACTO AMBIENTAL.....	59
4.10.1 Cálculo dos indicadores.....	63
4.10.2 Análise dos resultados.....	63
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
5.1 CONCLUSÕES.....	65
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
ANEXOS.....	69

1 INTRODUÇÃO

Na busca por mais competitividade, as empresas tentam se adequar as novas exigências de mercado reduzindo seus custos de produção, ou seja, necessitam cada vez mais de processos mais econômicos e seguros, evitando assim os desperdícios e retrabalhos. Para isso, os custos de produção devem ser os mínimos possíveis com o maior rendimento possível, não existindo desperdícios e perdas.

A redução de custos em uma empresa representa hoje um fator muito elevado levando-se em consideração o mercado competitivo. A preocupação com o meio-ambiente também pesa muito ao se investir em um novo sistema de produção e tecnologias, pois é necessário haver um desenvolvimento consciente. Assim, os cuidados com o meio ambiente causam também preocupação às empresas responsáveis.

1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA

O tema desse trabalho é o estudo de viabilidade econômica e ambiental do processo proposto para uma empresa reaproveitar a borra gerada no processo de injeção de peças plásticas.

1.2 OBJETIVO GERAL

Implementar procedimentos de recuperação de borra plástica, de modo a reduzir o custo com a compra de matéria-prima virgem e reduzir a quantidade de borra vendida a terceiros, onde não se sabe seguramente o seu destino.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar, de forma clara e objetiva uma proposta de recuperação da borra gerada no processo de injeção;
- Implantar e acompanhar os procedimentos corretos para cada atividade do processo de recuperação da borra;
- Propor melhorias de acordo com cada dificuldade encontrada na implantação do processo;
- Apresentar indicadores dos resultados alcançados após a implantação do processo.

1.4 JUSTIFICATIVA

Diante da verificação de uma alta quantidade de matéria-prima no estado de borra ser sucateada com destino indefinido, cerca 2,3% do total de material produzido, vislumbrou a possibilidade de um reaproveitamento interno deste material, de modo a evitar a poluição ambiental e, além disso, conseguir uma

redução de gasto com compra de matéria-prima virgem.

1.5 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

As melhorias propostas nesse trabalho são direcionadas para o estudo da viabilidade econômica e ambiental do processo de reaproveitamento da borra gerada no processo de injeção na empresa Embrapla. Este estudo está focado na redução de custos e análise de impacto ambiental do método emergético.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente documento está organizado da seguinte forma:

No primeiro capítulo são definidos os objetivos gerais e específicos, a justificativa, a delimitação do trabalho, além dos procedimentos metodológicos aplicados.

O segundo capítulo apresenta a revisão bibliográfica do tema, onde se procura abranger os conceitos necessários para o entendimento dos aspectos que envolvem o processo de injeção de plásticos, a matéria prima utilizada, os processos de reciclagem e a análise econômica e ambiental.

No terceiro capítulo faz-se a caracterização da empresa, no qual é descrito o histórico da organização.

No quarto capítulo, são apresentados os procedimentos definidos para padronizar os métodos de reaproveitamento da borra e em quais aplicações serão

utilizadas.

Os capítulos seguintes apresentam, nessa ordem, as considerações finais, abrangendo as conclusões obtidas com a efetivação deste estudo, sugestões para trabalhos futuros e as referências bibliográficas utilizadas na presente pesquisa.

1.7 METODOLOGIAS UTILIZADAS

O presente trabalho utiliza três métodos de pesquisa. Segundo Gil (1999), o método científico é o conjunto de processos ou operações mentais que se devem empregar na investigação. É a linha de raciocínio adotada no processo de pesquisa.

Um dos métodos é o Estudo de Caso preferido quando: o tipo de questão de pesquisa é da forma “como” e por quê?; quando o controle que o investigador tem sobre os eventos é muito reduzido; ou quando o foco temporal está em fenômenos contemporâneos dentro do contexto de vida real. É uma pesquisa empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real; as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes; e as múltiplas fontes de evidências utilizadas. (BRESSAN, 2006).

Segundo Yin (2001, p.19):

o estudo de caso é uma inquirição empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real, no qual os comportamentos relevantes não podem ser manipulados, mas onde é possível se fazer observações diretas e entrevistas sistemáticas.

Outro método é o estudo exploratório cuja finalidade é familiarizar-se com o fenômeno e obter uma nova percepção a seu respeito, descobrindo assim novas idéias em relação ao objeto de estudo.

Utiliza-se também do método de Pesquisa-ação. Para Thiollent (1986, p.14)

o método de Pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual, os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

A pesquisa-ação é uma forma de experimentação em situação real, na qual os pesquisadores intervêm conscientemente. Os participantes não são reduzidos a cobaias e desempenham um papel ativo. As variáveis, de seu lado, não são isoláveis, posto que todas elas interferem no que está sendo observado.

1.8 ETAPAS DA PESQUISA-AÇÃO

Embasando-se nos autores citados, a pesquisa-ação seguiu as seguintes etapas.

1.8.1 Pesquisa exploratória

Nessa fase foi realizado o contato com as pessoas envolvidas diretamente com o processo de injeção e o de logística, responsável pelo processo de venda das borras geradas, bem como pela consulta de documentos e informações dos sistemas da atividade em questão. A discussão com as pessoas envolvidas foi fundamental para conhecer várias visões a respeito da atividade da produção da borra.

1.8.2 Formulação do problema

Após a fase exploratória, foi possível obter informações importantes para a definição do problema. O problema desse trabalho é a produção de resíduos do processo de injeção que é denominado borra. Onde o mesmo não tem um destino definido, podendo assim causar custos desnecessários e possíveis danos ambientais.

1.8.3 Discussão com o grupo de trabalho

Nessa etapa foi realizada uma discussão com as pessoas interessadas na pesquisa com o objetivo de recolher as propostas e contribuições para a solução do problema.

1.8.4 Coleta de dados

Diversas técnicas são adotadas para a coleta de dados na pesquisa-ação. No entanto, as mais utilizadas nesse trabalho foram a entrevista coletiva e individual com as pessoas envolvidas no problema e a observação participante, onde o pesquisador realizou a atividade. Também foi realizada pesquisa de documentos e diretrizes estabelecidas para a atividade dentro da empresa. Em paralelo foi feita uma revisão bibliográfica dos assuntos pertinentes a processamento de materiais plásticos pelo processo de injeção, sobre a matéria-prima e reciclagem.

1.8.5 Análise e interpretação dos dados

Essa pesquisa privilegiou a discussão em torno dos dados obtidos, de onde foi analisada a viabilidade econômica e ambiental de implantar o processo de reaproveitamento da borra. Essa análise enfatizou verificar se o processo de reaproveitamento gera retorno financeiro para a empresa e ganhos ambientais através da análise emergética.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esse capítulo apresenta como bibliografia conceitos referentes a materiais plásticos; resíduos plásticos e reciclagem; ecologia industrial e reutilização do plástico; cálculo de energia; e custos.

2.1 MATERIAIS PLÁSTICOS

Os materiais plásticos são derivados do petróleo. Sua melhor utilização exige que seja trabalhado e transformado, passando por uma operação de refinação onde o óleo bruto é fracionado em gás liquefeito, gasolina, querosene, óleo diesel, óleo combustível, solventes, parafinas, asfalto e outros derivados. Foi a necessidade de encontrar um meio barato de prolongar a luz do dia, que o homem antigo, produziu o primeiro derivado do petróleo utilizado economicamente: o querosene de iluminação, líquido esverdeado, de cheiro desagradável, chamado, na época, óleo de carvão (CORAZZA FILHO, 1985).

Os materiais plásticos pertencem ao grupo dos elementos orgânicos da química, e são classificados de acordo com a matéria-prima utilizada, podem ser: inorgânicos, orgânicos e mistos. Entre os primeiros estão os sais minerais, pigmentos, ácido sulfúrico, soda cáustica, cloro e outros. Ao segundo grupo pertencem os plásticos, resinas, produtos farmacêuticos, pesticidas, inseticidas, óleos, detergentes, cosméticos e explosivos. Mistos são as tintas, vernizes, ceras e

fertilizantes.

Na produção nacional conforme Corazza Filho (1985, p. 9) “a indústria petroquímica representa cerca de 90% da indústria química, fabricando seus produtos a partir dos constituintes de gás natural ou de subprodutos do petróleo”.

Os plásticos, nesse contexto, podem ser definidos como um grupo de materiais artificiais, geralmente de origem orgânica, que em algum estágio de sua fabricação adquiriram condições plásticas. Assim, eles podem ser moldados com a ajuda de calor e pressão e com o emprego de moldes.

Conforme Blass (1988) os materiais plásticos são hoje utilizados para a produção de uma gama variada de artigos de forma geométrica variada, suprimindo requisitos funcionais os mais diversos de uma maneira eficaz e econômica. Sua utilização intensiva requer, contudo, um conhecimento de sua natureza, comportamento, possibilidades e limitações.

A palavra plástico é um termo geral que significa “capaz de ser moldado”. Os materiais comumente designados como plásticos não têm necessariamente essa propriedade, mas a exibiram em algum momento de sua fabricação, quando então foram moldados. Outros materiais, como o aço ou o vidro, contudo, também apresentam essa característica, e não são considerados como materiais plásticos (BLASS, 1988).

A primeira referência a um produto que poderia ser classificado como plástico, data de 1862, quando o químico inglês Alexander Parkes patenteou e exibiu em exposições peças feitas com um material que denominou “Parkesina”. Para Blass (1988) essa parkesina era um material celulósico, resultante do tratamento de resíduos de algodão (que sobravam da indústria têxtil) com ácidos nítrico e sulfúrico, em presença de óleo de rícino.

Os plásticos possuem vantagens técnicas e limitações. As vantagens Corazza Filho (1985, p. 16) relaciona como: baixa densidade; consumo de energia consideravelmente menor do que a empregada para outros materiais; condutividade térmica muito pequena quando comparada aos metais; resistência aos ácidos fortes; baixo coeficiente de fricção ou atrito; facilidade de pigmentação, processamento e no projeto de peças com muitos detalhes, não necessitando de montagem. As limitações devem-se principalmente pela sua dureza superficial (resistência à abrasão); resistência à temperatura e ao intemperismo; flamabilidade; expansão térmica; e cargas eletrostáticas (estática), sendo superáveis desde que os plásticos recebam cargas e/ou aditivos especiais.

Existem dezenas de famílias de plásticos de composições, origens, propriedades e aplicações das mais variadas. Conforme Corazza Filho (1985) classifica os plásticos em dois grupos os materiais termofixos ou termoestáveis e os materiais termoplásticos. Os materiais termofixos ou termoestáveis requerem para sua moldagem ou elementos calor e pressão. Na primeira aplicação de calor, estes materiais tornam-se moles e plásticos e, transformam-se quimicamente e endurecem. Quando atingem este grau de dureza, permanecem nesta condição e mesmo reaquecidos não se tornam mais moles. Os termoplásticos, de uma forma geral, podem ser reprocessados em máquinas convencionais usadas para moldagem por injeção, moldagem por sopro, moldagem por injeção sopro conjugados, moldagem a vácuo e extrusão em geral.

Na moldagem é necessário aquecer o material a um estado de fluidez, conformá-lo na cavidade de um molde, para então resfriá-lo enquanto ainda estiver contido no molde. Essa moldagem pode ser feita por compressão e injeção. Conforme Corazza Filho (1985) este processo pode ser o seguinte: o termoplástico é

estufado para a completa eliminação de umidade; é colocado no funil alimentador da máquina que deve permanecer tampado para evitar a entrada de impurezas; é injetado, passando pelo cilindro aquecido da máquina, onde há uma rosca sem fim com profundidade de canal decrescente da parte traseira para a dianteira. No cilindro, o material passa pela fase de aquecimento, homogeneização e plastificação; após, é injetado no molde, passando pelo bico injetor, auxiliado por uma pressão de injeção adequada, que deverá atuar até o enchimento total das cavidades do molde; logo após, a rosca sem fim retorna a fim de carregar nova carga de material para a injeção seguinte; as peças são separadas do canal de injeção e inspecionadas pelo operador da máquina enquanto se processa um novo ciclo; as peças defeituosas são recuperadas, ou seja, moídas em moinhas de faca e misturados com o material novo dentro de uma proporção estudada, em seguida, voltam ao processo.

Basicamente o processo de injeção é composto de injetora, material plástico e molde. A Figura 1 demonstra uma máquina injetora, que é formada pelas seguintes partes: unidade de injeção, local onde o material é plastificado; unidade de fechamento, parte da máquina que realiza o trabalho de fechamento e abertura do molde e também a extração das peças; e por último o molde, onde é moldado os produtos a serem produzidos.

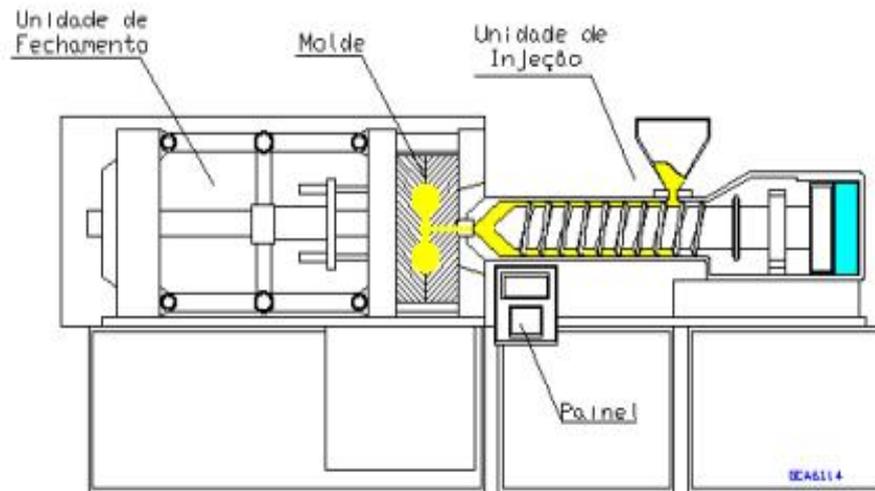


Figura 1: Máquina injetora.

Fonte: Embrapla – S/A

O processo de moldagem por injeção é responsável pelo processamento de cerca de um sexto de todo o plástico usado no mundo hoje.

2.1.1 Divisão dos Termoplásticos – O Polibutileno Tereftalato

Os termoplásticos podem ser subdivididos em plásticos de uso comum e plásticos de engenharia. Os Plásticos de uso comum (*Commodities Plastics*) são aplicados em larga escala, mas aplicações que são de uso corriqueiro, estes polímeros possuem monômeros de baixo custo e de fácil obtenção, em consequência destes fatores são produzidos e consumidos em larga escala; e os Plásticos de Engenharia (*Engineering Plastics*) possuem desenvolvimento mais recente que os plásticos de uso comum, além do que possuem propriedades físico-químicas superiores e muitas vezes são empregados para substituir metais, suas

ligas e mais raramente até materiais cerâmicos. (APOSTILA SOCIESC, 1988).

Nesse contexto, o Polibutileno Tereftalato – PBT é caracterizado como uma resina termoplástica, cujas combinações de características o tornam membro da família de plásticos de engenharia. Conforme Blass (1988) o Polibuteno apresenta-se com diferentes arranjos estruturais que lhe alteram substancialmente a resistência à tração e a dureza, mas sem lhe afetar a resistência ao rasgamento. É moldado entre 165 a 180°C, suporta, em condições de serviço, temperaturas de mais de 90°C. É amplamente usado em função de sua maior resistência à fadiga e à fluência, mesmo quando em temperaturas elevadas. Pelas possibilidades de torná-lo anti-chama abrem uma ampla gama de aplicações em diversos segmentos industriais, principalmente eletro-eletrônico e automotivo.

2.2 RESÍDUOS PLÁSTICOS E RECICLAGEM

A reciclagem inclui a coleta, separação e processamento da matéria-prima na manufatura de bens, os quais eram feitos anteriormente com matéria prima virgem. As vantagens desse processo, conforme o site Ambiente Brasil (2006), são no sentido de contribuir para diminuir a poluição do solo, água e ar; melhorar a limpeza da cidade e a qualidade de vida da população; prolongar a vida útil de aterros sanitários; melhorar a produção de compostos orgânicos; gerar empregos para a população não qualificada, receita com a comercialização dos recicláveis e estimular a concorrência, uma vez que produtos gerados a partir dos reciclados são comercializados em paralelo àqueles gerados a partir de matérias-primas virgens; e contribuir para a valorização da limpeza pública e para formar uma consciência

ecológica.

A utilização de materiais plásticos evoluiu intensamente ao longo da segunda metade do século XX. Segundo Zanin e Mancini (2004) Essa evolução foi tanto nas propriedades e características que apresentam quanto nas inúmeras aplicações que encontram na vida diária. Conseqüentemente, quantidades cada vez maiores vêm sendo produzidas e postas em circulação. Devido ao amplo e variado, estima-se que levará cerca de 1000 anos para eliminar os seus impactos ao meio ambiente. Para Albuquerque (2000) essa estimativa vem causando uma preocupação generalizada no sentido de procurar uma solução ao problema. Uma delas seria a fragmentação do plástico residual em resinas e cuja finalidade e o seu emprego na área de engenharia civil, na construção de moradias, prédios, pontes, entre outros.

Os principais impactos causados devido à ampla utilização dos plásticos conforme Zanini e Mancini (2004, p. 9) “é o esgotamento de matéria-prima não renovável e o acúmulo de resíduos de difícil degradabilidade”. Decorrentes de escassez de matéria prima (petróleo) a ação de reciclar surge como uma alternativa e parte de um conjunto de procedimentos que visem à redução dos impactos ambientais associados aos plásticos.

Nessa perspectiva, as novas prioridades em relação aos resíduos decorrentes do plástico devem ser direcionadas a fim de:

- a) Evitar ou, quando não for possível, diminuir a produção de resíduos;
- b) Reutilizar ou, quando não for possível, reciclar os resíduos;
- c) Utilizar a energia presente nos resíduos;
- d) Inertizar¹ e dispor os resíduos sem valor.

A reciclagem do plástico é um processo industrial que converte os resíduos

¹ Inertizar é tratar, normalmente por meios químicos, determinado resíduo perigoso para que ele fique inerte, ou seja, sem ação nociva no meio ambiente. Mesmo inerte, ainda demanda disposição sanitariamente correta.

descartados (matéria-prima secundária) em produto semelhante ao inicial ou outro. Na definição do site conforme o site Ambiente Brasil (2006), a palavra reciclagem foi introduzida ao vocabulário internacional no final da década de 80, quando foi constatado que as fontes de petróleo e outras matérias-primas não renováveis estavam e estão se esgotando. Reciclar significa que deve-se economizar energia, poupar recursos naturais e trazer de volta ao ciclo produtivo o que é jogado fora.

A Sociedade Americana de Ensaio de Materiais – ASMTs normalizou uma divisão dos tipos de reciclagem de plásticos, de modo a uniformizar conceitos. Essa divisão é apresentada a seguir conforme Zanin e Mancini (2004, p. 89):

- a) Reciclagem primária: é quando a matéria-prima é de fonte absolutamente confiável e limpa, como no caso de resíduos da indústria de plásticos. O processo utilizado normalmente envolve a seleção dos resíduos, moagem, lavagem, secagem e reprocessamento em equipamentos como extrusoras e injetoras. O produto final é o material reciclado com propriedades semelhantes à resina virgem;
- b) Reciclagem secundária: é quando a matéria-prima é de resíduos sólidos urbanos e o processo também se baseia em seleção, moagem, lavagem, secagem e reprocessamento, incluindo aglutinação, no caso de filmes. A matéria-prima da reciclagem secundária pode, eventualmente, ser um resíduo industrial, porém, o produto final é um material reciclado com propriedades finais inferiores à resina virgem;
- c) Reciclagem terciária: quando o processo utilizado para reciclar o plástico tem por base a despolimerização, ou seja, no nível químico é promovida a decomposição química controlada do material;
- d) Reciclagem quaternária: quando o processo utilizado para reciclar o plástico tem por base sua combustão, visando ao aproveitamento de seu conteúdo energético. Os produtos finais são a energia e a emissão gasosa, notadamente dióxido de carbono, quando da combustão completa.

A reciclagem é uma maneira de reintroduzir no sistema uma parte da matéria (e da energia), que se tornaria lixo. Ou seja, são reutilizados os resíduos que seriam descartados na natureza. Assim sendo, Zanin e Mancini (2004) também classifica a reciclagem da seguinte forma: reciclagem mecânica quando o plástico passa por etapas de seleção, moagem, lavagem, secagem, aglutinação e reprocessamento, originando o grânulo ou uma peça de plástico reciclado; reciclagem química: quando o plástico passa pela despolimerização visando à destruição da estrutura polimérica,

inclusive da cadeia principal; e reciclagem energética quando o plástico passa por combustão, nesse tipo de reciclagem, o plástico não deixa de ser despolimerizado.

A reciclagem apresenta-se não só como uma ferramenta para a economia de recursos naturais não-renováveis (no caso, petróleo, matéria-prima para a produção da maioria dos plásticos), mas também como forma de redução da quantidade de resíduos plásticos destinados em forma de lixo.

A atividade de reciclagem dos plásticos é tão recente quanto à indústria que utiliza esse tipo de material. A multiplicação da coleta seletiva do lixo é quem garante a oferta de material reciclável de melhor qualidade no mercado brasileiro. Segundo Albuquerque (2000) no Brasil existem cerca de 300 instalações industriais de reciclagem de plástico, que faturam perto de R\$ 250 milhões por ano e geram até 20 mil empregos diretos. A maior parte é formada por pequenas empresas.

No Brasil essa indústria é equiparável, em termos de produção, a de países desenvolvidos (ZANIN E MANCINI, 2004).

2.3 ECOLOGIA INDUSTRIAL E REUTILIZAÇÃO DO PLÁSTICO

Ecologia industrial é um termo recente que o meio científico tem empregado para designar propostas e ações que reduzam os fluxos de materiais e de energia na natureza. Segundo Costa (2002, p. 46) “a ecologia industrial é um sistema produtivo considerado um subsistema da biosfera, isto é, uma organização particular de fluxos de matéria, energia e informação”.

Nesse sentido, Zanin e Mancini (2004) destacam que a ecologia industrial parte do princípio de que é possível organizar o fluxo de matéria que circula no

sistema industrial de maneira a torná-lo um circuito quase inteiramente fechado. Visa reutilizar os produtos depois de usados, criando um novo ciclo de vida para os materiais descartados. Nela está inserida a reutilização do plástico e o seu conceito parte do princípio de que tudo começa e termina no meio ambiente, ou seja, é um ciclo de vida. Assim sendo, para o desenvolvimento de um produto deve-se priorizar a durabilidade, a facilidade de reparação e manutenção e o uso de materiais que em um primeiro instante possam ser reaproveitados (reutilizados) ou, quando não for possível, reciclados.

No Brasil, a reutilização não é incentivada (as embalagens retornáveis, por exemplo, são cada vez mais raras), há um precário sistema de devolução de resíduos perigosos (como pilhas e baterias, cujo conteúdo prejudica o solo e os lençóis freáticos) e a reciclagem ainda depende de esforços para se consolidar como atividade econômica. Nesse contexto, a maioria dos cerca de 80 milhões de toneladas de resíduos sólidos produzidos anualmente é disposta indevidamente.

Zanin e Mancini (2004, p. 24) afirmam que segundo a pesquisa feita pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2000 e publicada em 2002, no Brasil cerca de 21,2% dos resíduos sólidos urbanos eram despejados a céu aberto (lixões), 0,1% em rios e outros corpos d'água e 37% em aterros controlados (depósitos periodicamente cobertos), todas as alternativas consideradas ecológica e sanitariamente incorretas pelo potencial de poluição atmosférica, hídrica e de solos.

A reciclagem de resíduos pós-consumo só existe no Brasil em razão, principalmente, da figura dos catadores, os quais, impulsionados pela crise do desemprego e da falta de alternativas de trabalho e renda, buscam nessa atividade sua sobrevivência e alimentam os negócios da reciclagem realizando boa parte do processo: coletam, classificam, separam e preparam os materiais recicláveis para a

comercialização. (ZANIN e MANCINI, 2004).

Como os termoplásticos são materiais recuperáveis, eles podem ser reutilizados e darem origem a outros produtos. Assim, as purgas² e refugos dos termoplásticos podem ser também reutilizados. Corazza Filho (1985) enfatiza as purgas depois de moídas e transformadas em grânulos, podem ser misturadas com material virgem (novo) dentro de uma proporção estudada, a fim de não alterar as propriedades e cor do material. Depois desta operação, o material colocado em estufas com circulação, a 80°C e levado para o funil da máquina, pode ser reutilizado.

A área de recuperação do termoplástico é um setor importante dentro do departamento de plástico, pois lá são separados e preparados os materiais para o processo de injeção. Para Coraza Filho (1985, p. 47) “os avanços técnicos da identificação e separação das diversas resinas, bem como equipamentos e tecnologias mais modernas de reprocessamento, vêm abrindo novos mercados para a reciclagem do plástico”. O principal mercado consumidor de plásticos reutilizados são para a produção de baldes, cabides, garrafas de água sanitária, conduítes e acessórios para automóveis.

2.4 CÁLCULO DE EMERGIA

A emergia é uma grandeza extensiva que depende das dimensões do sistema e é medida em joules de emergia solar. Para Neves (2005, p.25) “A análise emergética é uma aplicação do primeiro princípio do desenvolvimento sustentável, é

² Borrás

uma ferramenta para indicar o uso correto de reservas naturais compatível com seu tempo de formação” e pode ser considerada como a memória da energia ou com a memória de toda a energia solar necessária para sustentar um determinado sistema.

Conforme Ortega (2003, p. 47) “a energia, por se tratar de um conceito amplo, refere-se a recurso natural e antrópico, porém considerando-se que a biosfera contém o ser humano também, o produto humano é em verdade um subproduto da mesma”.

Odum (*apud* ORTEGA, 2003) completa e diz que [...] a Análise Emergética é uma metodologia, que foi introduzida nos anos 80 por Howard T. Odum, professor da Universidade da Flórida e que considera tanto aspectos econômicos quanto ambientais, uniformizando os fluxos de entrada e saída, onde o denominador comum é a energia solar.

A metodologia emergética propõe medir todas as contribuições (moeda, massa, energia, informação) em termo equivalentes (energia), para tal faz uso da Teoria de Sistemas, da Termodinâmica, da Biologia e de novos princípios do funcionamento de sistemas abertos que estão sendo propostos por diversos pesquisadores, entre eles o da hierarquia universal de energia e o da auto-organização e estabelecimento do maior fluxo possível de energia disponível no sistema (ODUM *apud* ORTEGA, 2003).

Quanto maior o fluxo emergético necessário para um processo, maior será a energia solar que este consome, ou seja, maior o custo ambiental presente e passado para mantê-lo. Esse é um fator de importância, pois mesmo que o mercado se baseie no valor monetário, a economia está baseada, também, na notável quantidade de recursos fornecidos pelo ambiente. A melhoria na relação com o meio ambiente é capaz de otimizar a produtividade dos recursos utilizados, implicando

benefícios diretos para a empresa, ao processo industrial e ao produto. (ORTEGA, 2003).

Os indicadores mais utilizados para determinar a emergia são definidos no Quadro 1.

Indicadores	Definição
Rendimento emergético (<i>emergy yield ratio</i> , EYR = $(F + R + N)/F$):	É um indicador que fornece uma medida da competitividade do sistema com relação a outro similar e mede a capacidade do sistema em utilizar as reservas fornecidas gratuitamente pelo ambiente.
A densidade de emergia (<i>emergy density</i>):	É uma medida da concentração espacial da emergia. Um valor elevado deste indicador se encontra em centros urbanos ou pólos industriais, nos quais o uso de emergia é grande em relação à superfície à disposição. Zonas rurais ou naturais apresentam, em geral, um valor mais baixo deste indicador. A densidade de emergia representa também uma medida da capacidade de carga do sistema (<i>carrying capacity</i>);
Carga ambiental (<i>environmental loading ratio</i> , ELR = $(N + F)/R$):	É um indicador que, quando elevado, reflete um alto estresse ambiental ou alto nível tecnológico. É maior quando se usa tecnologia mais sofisticada ou quando as entradas renováveis são poucas;
Indicador de investimento ambiental (<i>emergy investment ratio</i> , EIR = $F/(R + N)$):	Mede a intensidade do processo de produção. Se o EIR do processo for maior que o regional, o sistema pode ser muito intensivo em emergia e afetar o ambiente. A longo prazo, para ser economicamente viável o EIR do processo deve ser similar ao da região, caso contrário os custos serão altos e o processo deixará de ser competitivo a médio prazo;
Porcentagem de emergia renovável (<i>percent renewable emergy</i> , %R = $(R/Y) 100$, onde $Y = (N + F + R)$):	É um indicador que quanto maior mais sustentável será o processo;
Benefício emergético para o usuário (<i>emergy benefit to the purchaser</i> , EBP):	Apresenta a emergia de um produto dividida pelo poder de compra do dinheiro usado para pagar o produto (em termos de emergia). Este quociente indica quanta emergia a mais é fornecida ao usuário além da paga pelo dinheiro. Quanto maior o EBP maior o benefício do usuário, ainda que a expansão do ambiente
Em dólar por volume de água (Em\$/m ³)	Mede em dólares os valores monetários com base na emergia de um bem ou serviço. Analogamente a US\$/m ³ , o em-dólar por metro cúbico representa o custo para produzir um metro cúbico de água, este valor para um ano específico é calculado dividindo a emergia por volume (sej/m ³) da água pela relação emergia-dólar (sej/US\$) do país onde a água é produzida. Para reservar globais de água, o sej/m ³ é dividido pela razão global sej/US\$;
Energia por unidade e transformidade (<i>emergy-per-unit and transformity</i>):	Indica seu lugar na hierarquia de energia e a eficiência na produção desta <i>commodity</i> . A emergia por unidade (por exemplo, sej/m ³ , sej/g e sej/US\$) e as transformidades (sej/J) são calculadas pela divisão do rendimento emergético de um produto (m ³ , g, US\$ ou J). Para qualquer <i>commodity</i> ou reserva (água potável), quanto menos a emergia por unidade ou transformidade, maior será a eficiência do processo de produção;

Quadro 1- Indicadores da Emergia.

Fonte: Neves (2005, p. 26).

Segundo a definição de Ortega (2003, p. 23), “emergia é a energia gasta pela biosfera para produzir recursos, esta energia pode ser externa ou interna, renovável ou não, que a biosfera utiliza-se para produzir um recurso, seja natural ou antrópico”. Em outras palavras: a emergia é a energia incorporada ao processo de obtenção do recurso.

Odum (*apud* ORTEGA, 2003) a emergia como uma energia disponível (exergia) de um mesmo tipo pode medir: energia solar equivalente, previamente requerida, em forma direta ou indireta, para produzir certo produto ou serviço; a riqueza real; onde a qualidade de alguma coisa é medida por sua emergia por unidade, podendo a base unitária ser: massa, energia, dinheiro, informação, área ou região, pessoa, país, biosfera; nível de vida; por unidade monetária é uma taxa que se usa para converter os fluxos de emergia em fluxos de em-dólares, seu valor econômico equivalente.

Dessa forma pode-se dizer que os fluxos sejam materiais, serviços ou dinheiro, são convertidos em fluxos de emergia, conceito físico que considera toda a energia incorporada nos recursos a serem usados no sistema (ODUM *apud* ORTEGA, 2003).

Conforme Manual de Cálculo de Emergia disponível no site da Unicamp (2006), o cálculo dos valores de emergia dos insumos e dos serviços da economia é relativamente simples, bastando achar a transformidade apropriada e, às vezes, realizar alguma conversão de unidades. A transformidade é o valor inverso da eficiência sistêmica. É uma grandeza intensiva e sua unidade de medida é sej/J. Desta forma, para certos tipos de produtos ou fluxos quantificáveis em unidade de massa ou volume pode usar uma unidade expressiva em sej/g u sej/m³.

Conforme Neves (2005, p. 24) A transformidade é um indicador de qualidade

e de eficiência de qualidade. De qualidade porque para processos com produtos diferentes quanto maior for a transformidade mais complexo será o processo e seu produto será de qualidade superior; e de eficiência da qualidade porque para processos análogos e para o mesmo produto quanto menor a transformidade mais eficiente será o processo.

O conceito de *transformidade solar* (*solar transformity*) e *emergia solar* (*solar emergy*) são a base da metodologia de análise sistêmica dirigida na determinação da melhor alternativa no uso dos recursos, menor impacto ambiental e de ações (políticas regionais, nacionais e internacionais) que resultem num melhor equilíbrio entre sociedade humana e natureza. Assim, o sistema indicador para a política econômica-ambiental (chamado de *análise emergética*) serve para reconhecer e diferenciar a preferência humana individual de breve período do benefício coletivo de longo tempo e, também, é útil para determinar quantitativamente o valor de um recurso na escala macroscópica da sociedade e do meio ambiente. (APOSTILA SOCIESC, 2005).

2.5 CUSTOS

Os custos gerados numa empresa são estabelecidos principalmente para atender as necessidades de suas operações. Cada tipo de custo deve ser desenvolvido de acordo com seu uso final. A escolha de um tipo de custo corresponde às alternativas de produção que a empresa estabelece, sendo que devem ser classificados segundo seu comportamento em relação ao volume de atividade. Segundo Leone (1998, p. 18) “há a necessidade de classificação dos

custos conforme o objetivo que se pretende alcançar”, a partir da classificação por grupo de custos, a organização e aplicabilidade se dará com mais eficiência e rapidez, gerando informações precisas a todas as áreas da empresa, que buscam conseguir diferenciais competitivos de qualidade e preços para o mercado consumidor.

2.5.1 Custos de produção

Os custos de produção são estabelecidos respeitando três elementos básicos, ou seja, material direto, mão-de-obra direta e despesas indiretas de fabricação.

Conforme Leone (1998), a definição de Material Direto (MD) é todo o material que pode ser identificado como uma unidade do produto, que está sendo fabricado, que sai da fábrica incorporado ao produto ou utilizado como embalagem; a Mão-de-obra Direta (MOD) é todo salário pago ao operário que trabalha diretamente no produto, cujo tempo pode ser identificado com a unidade que está sendo produzida. Algumas remunerações pagas ao operário (% extra, % noturno) não são considerados MOD; e as despesas indiretas de fabricação (DIF) são todos os custos relacionados com a fabricação e que não podem ser economicamente identificados com as unidades que estão sendo produzidas. Ex: aluguel de fábrica, materiais indiretos, mão-de-obra indireta, seguro, impostos. Cada custo faz parte de um grupo que visa atender a uma determinada função dentro do contexto produtivo da empresa.

2.5.2 Outros tipos de custos

Existem vários grupos de custos, a classificação por grupo de custos é imprescindível para o exercício dos mesmos em relação ao volume de produção ou de atividade, sendo assim, alguns desses grupos discriminados no Quadro 2.

Tipos de custos	Conceitos
Custos Funcionais	São custos identificados com as diversas funções da empresa. São os custos operacionais e não operacionais, pois variam com as funções como: os custos de administração, os custos comerciais, os custos financeiros e os custos tributáveis (LEONE, 1998).
Custos Estimados	São custos predeterminados e se destinam a resolver problemas de controle e planejamento em situações especiais, como os custos constantes dos projetos de viabilidade econômica. (LEONE, 1998).
Custo Padrão	São os custos predeterminados, diferentemente dos custos estimados e apesar de servirem para o controle, planejamento e tomada de decisões, são calculados com base nos parâmetros operacionais e aplicados em operações repetitivas. Ex. padrão de consumo de mão-de-obra por produto. (WERNKE, 2004).
Custos Inventariáveis e Não Inventariáveis	Os custos não inventariáveis são todos os itens de despesa debitados ao resultado porque não transitam para as contas de estoque e os inventariáveis são todos os itens de custo debitados ao produto e que ficam no realizável enquanto não são vendidos.
Custos Periódicos	Os custos relacionados ao período de tempo, se repetem no período seguinte e não guardam nenhuma relação de variabilidade com o parâmetro operacional de referência. Ex: impostos sobre a propriedade, seguro dos equipamentos, salários do pessoal, depreciações, e outros. (LEONE, 1998).
Custos Históricos	São os custos objetivos, ou seja, são aqueles que constam de documentos hábeis e cujos valores foram determinados com objetividade. (LEONE, 1998).
Custo por Natureza	Toda classificação inicial dos custos é por natureza. São os custos de salários, de materiais, de aluguel, de energia, de impostos e todos que são relevantes ao processo produtivo (WERNKE, 2004).
Custos Unitários:	Ele é um indicador representado por uma fração, onde o denominador será a quantidade dos produtos fabricados em determinado período ou num processo produtivo. (LEONE, 1998).
Custos Fixos	São os custos que independem do volume de produção, são decorrentes da estrutura administrativa e operacional para a operação da empresa (pessoal, administrativo, despesas administrativas e de manutenção). São também custos fixos os relacionados ao imobilizado como prédios e máquinas. (LEONE, 1998).
Custos Variáveis	São os que variam de forma direta ou proporcional ao volume de produção e podem ser os custos com matéria-prima, mão-de-obra direta, energia, e outros. (LEONE, 1998).
Custos semivariáveis	São os custos que variam de acordo com a utilização, permanecem fixos em determinados períodos da produção e em outros são considerados variáveis em outros períodos. Estes custos são os decorrentes do uso com telefone, energia elétrica, mão-de-obra de supervisores, e outros. (LEONE, 1998).

Quadro 2 – Grupos de custos.

Fonte: Adaptado pelo autor de Leone (1988) e Wernke (2004).

Segundo Rocchi (*apud* MARTINS, 1992, p.132) “os custos devem ser definidos com precisão e usados conceitos de entendimento e uniformidade e devem acompanhar os fluxos dos materiais na empresa”.

3 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Esse capítulo apresenta dados sobre a Embrapla, empresa onde realizou-se o estudo de caso apresentado no próximo capítulo.

3.1 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA EMBRAPLA

A Embrapla iniciou suas atividades a partir do “Know-how” em injeção de peças técnicas e do excelente relacionamento com o mercado adquiridos pelos sócios há 25 anos. Sua produção inicial de peças técnicas teve como destino a linha de montagem dos compressores para refrigeração Embraco, detentora de tecnologia de ponta para o segmento que atua e fabricando produtos de grandes exigências.

A vista aérea das instalações da Embrapla apresenta-se na Figura 2.



Figura 2 – Instalações Embrapla – S/A.

Fonte: Embrapla – S/A.

Atualmente este mesmo cliente recebe peças injetadas pela Embrapla com qualidade assegurada entregues diretamente em suas linhas de montagem pelo sistema Kanban.

Em seguida empresas como: Indústria Müller de Bebidas Ltda (Caninha 51), Duas Rodas Industrial Ltda, Irmãos Fischer S/A, A&E Products do Brasil S/A, Zen S/A, Kayaba do Brasil e Franke Douat S/A, vieram incrementar a carteira dos clientes que utilizam as peças injetadas pela Embrapla na fabricação de seus produtos.

3.2 PERFIL DA ORGANIZAÇÃO

A Embrapla é uma empresa especializada em produzir, por processo de injeção, peças técnicas em termoplásticos comuns e de engenharia.

De acordo a necessidade de seus clientes está apta a agregar operações nas peças como, impressão, montagem de subconjuntos, embalagens diretas para a linha do cliente, soldagem ou outras especificadas pelo cliente.

Apresenta características muito próprias na parceria com os clientes, com sua participação desde a concepção dos projetos, protótipos, ferramentais até a produção definitiva dos produtos.

Adota modernas técnicas de gestão, atende as vendas através de Gerentes de Contas, sempre atentos a ajustes dos clientes e dispõe de competente corpo de Técnicos nas áreas de Produção, Desenvolvimento e Qualidade com o objetivo permanente de buscar melhorias e atender a necessidade total dos clientes.

Em 23 de junho de 1999 foi certificada pelo BVQI (Bureau Veritas Quality

International) para ISO 9002 (International Organization for Standardization) versão 1994.

As instalações internas da Embrapla podem ser visualizadas na Figura 3.



Figura 3 – Área fabril Embrapla – S/A.

Fonte: Embrapla – S/A.

De acordo com o planejamento estratégico da empresa, podemos citar:

Missão Embrapla - Oferecer produtos e soluções técnicas em plásticos, agregando valor aos clientes.

Visão Embrapla - Ser excelência em produção e desenvolvimento de peças técnicas injetadas.

Política da Qualidade - A Embrapla promove a melhoria contínua de seus produtos, com a atualização de seus processos e colaboradores, visando atender as expectativas de seus clientes.

3.3 ORGANOGRAMA EMBRAPLA

A Embrapla conta hoje com 160 colaboradores se revezando em 3 turnos na

jornada de trabalho, produzindo aproximadamente 12.000.000 (doze milhões) de peças/mês, onde sua estrutura está representada no organograma.

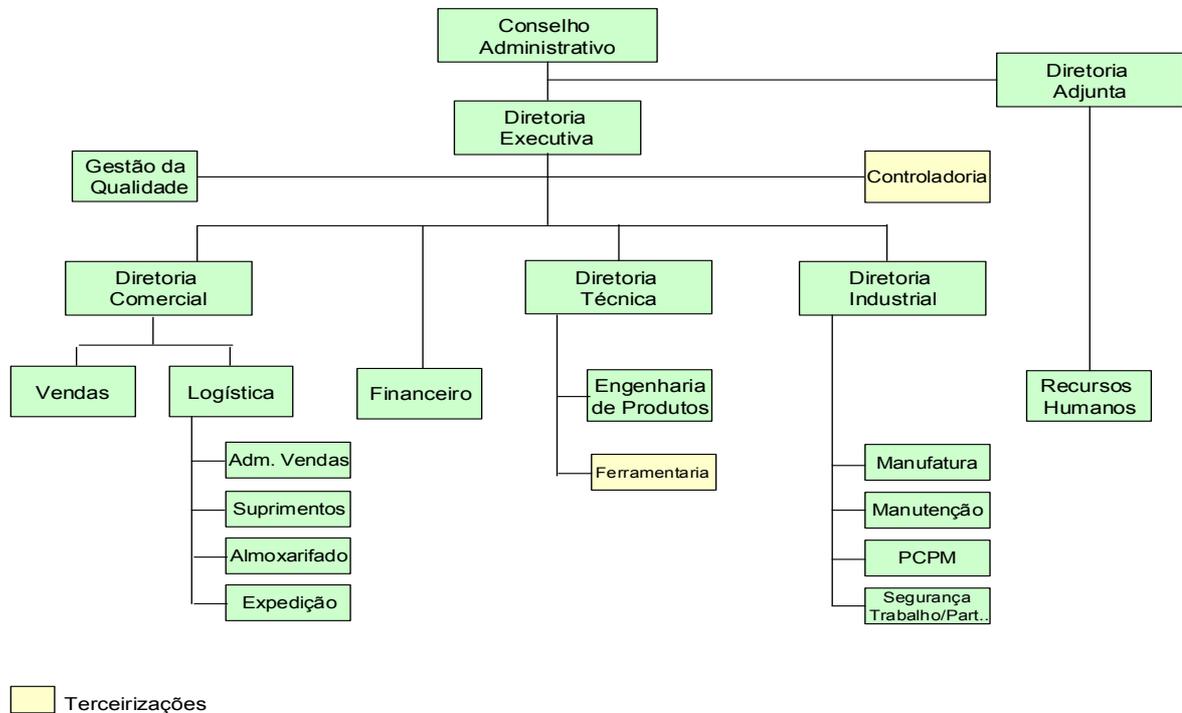


Figura 4 – Organograma Embrapla – S/A.

Fonte: Embrapla – S/A.

3.4 ASPECTOS GEOGRÁFICOS DA LOCALIZAÇÃO

A escolha da cidade de Araquari situada ao norte do Estado de Santa Catarina apresenta vantagens de localização:

- Meios de Transporte: Araquari fica a cerca de 20 km do porto de São Francisco do Sul, hoje um dos mais importantes do País e preparado para embarcar todos os produtos da região para distribuição continental. É servida também pela estrada de Ferro Sul Atlântico que interliga várias cidades. Está ainda a cerca de 5 km de interseção com a Rodovia BR 101 e é vizinha das cidades de Joinville e

Jaraguá do Sul.

- Mão-de-Obra e Tecnologia: A região norte de Santa Catarina possui importante núcleo de empresas do setor de plásticos e ferramentarias, permitindo assim uma grande disponibilidade de mão-de-obra com técnicos experientes no ramo e tecnologia atualizada.

3.5 ASPECTOS AMBIENTAIS

A indústria de injeção de termoplásticos presumidamente não traz qualquer prejuízo direto ao meio ambiente, pois seus resíduos são totalmente reaproveitáveis. Entretanto utiliza-se de recursos não renováveis (petróleo) sendo a questão do reuso e reciclagem de grande importância para este setor.

3.6 PRODUTOS FABRICADOS

A Embrapla tem por objetivo produzir peças técnicas com alto grau de precisão, devido a este potencial, possui clientes que necessitam produtos com alto grau de criticidade, dentre os produtos fabricados pela Embrapla (Figura 4) podemos citar:

- a) Ventiladores de refrigeração utilizados nos motores Weg;
- b) Componentes da câmara de sucção utilizados nos compressores Embraco;
- c) Conta Gotas utilizadas na cachaça Caninha 51;

- d) Corpo ressonador utilizado no veículo Renault;
- e) Equipamentos hospitalares fornecidos para a B.Braun;
- f) Componentes da Urna Eletrônica;
- g) Entre outros.

Os principais produtos da Embrapla são apresentados na Figura 5.



Figura 5 – Produtos fabricados pela Embrapla – S/A.

Fonte: Embrapla – S/A.

4 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso apresentado nesse capítulo, refere-se à produção da borra decorrente da material plástico utilizado na produção de peças e o estudo de viabilidade econômica e ambiental para sua reutilização na Embrapla.

4.1 PRODUÇÃO DO RESÍDUO (BORRA)

Conforme se observou pela análise do processo estudado, a borra é gerada em duas situações:

O 1º caso ocorre quando é necessário parar o processo de produção por motivos como, manutenção elétrica, manutenção mecânica, falta de operador, entre outros. A borra é gerada quando é reiniciado o processo, pois antes de retomá-lo é necessário fazer a purga do material que esta dentro do cilindro da injetora, devido o mesmo estar com a temperatura de plastificação além do necessário para o processamento.

Caso fosse injetado este material para dentro do molde e fosse transformado em produto acabado, o mesmo não teria as suas propriedades garantidas.

Já o 2º caso ocorre quando é necessário fazer troca de matéria-prima, onde é realizada uma limpeza do cilindro com material de limpeza para posteriormente colocar a nova matéria prima a ser injetada. Quando é colocada a nova matéria prima é necessário realizar a purga para eliminar por completo a presença de

material de limpeza, gerando assim a borra.

4.2 DESTINO DA BORRA

A borra gerada no processo de injeção da Embrapla era vendida para empresas que trabalham com reciclagem de materiais, onde é realizada a moagem desta borra e então a venda para empresas de processamento de plásticos.

Porém não se sabe qual é o destino definitivo deste material, pois estas empresas não tem o cuidado necessário no processo de separação das borras com boa qualidade das com má qualidade. Sendo assim todas as borras são utilizadas em produtos com baixo valor agregado, sendo que se fossem bem separadas poderiam produzir produtos de alto valor agregado.

4.3 POSSIBILIDADE DE REAPROVEITAMENTO DA BORRA

Por se tratar da injeção de peças técnicas, não é possível reaproveitar toda borra gerada no processo de purga, ficando definido na empresa as seguintes qualidades de borras:

4.3.1 Borra limpa

Esta borra (Figura 6) é gerada quando a mesma esta com permanência no

cilindro dentro dos limites suportáveis da matéria-prima, não existindo degradação da mesma e nem contaminações com outros materiais. Podendo assim ser reaproveitada sem nenhum problema.



Figura 6 – Borra limpa.

Fonte: Autor

4.3.2 Borra queimada

Esta borra (Figura 7) é gerada quando o material permanece no cilindro da injetora acima do tempo máximo que o material suporta, ou quando ocorrem problemas elétricos na injetora que fazem com que a temperatura de processo exceda as especificações de processamento do material. Esta borra só pode ser reutilizada em produtos que não necessitam altas propriedades mecânicas e não necessitam de acabamento superficial, não sendo o caso dos produtos injetados pela Embrapla.



Figura 7 – Borra queimada.

Fonte: Autor

4.3.3 Borra contaminada

É gerada nas trocas de matéria-prima, onde é necessário purgar o restante do material que está no cilindro até começar a sair o novo material a ser processado. Durante certo período, são purgados os dois materiais ao mesmo tempo (misturados), gerando assim as borras denominadas contaminadas, que só podem ser utilizadas em produtos que exijam pouca qualidade, não podendo ser utilizado internamente. Este tipo de borra pode ser observado na Figura 8 a seguir.



Figura 8 – Borra contaminada.

Fonte: Autor

4.4 DADOS HISTÓRICOS DA PRODUÇÃO DE BORRA NA EMBRAPLA

Na Tabela 1 está demonstrada a quantidade de borra gerada nos últimos meses:

Material (Kg)	Média 2005	01/06	02/06	03/06	04/06	05/06	06/06	07/06	08/06	09/06	10/06	Média 2006
PBT	986	978	919	851	733	682	647	611	588	630	613	725,2
Diversos	732	680	560	533	512	478	496	501	525	523	537	534,5

Tabela 1 – Quantidade de borra gerada por mês.

Fonte: Embrapla – S/A.

Pode-se observar no gráfico 1 que há uma queda mensal da quantidade de borra gerada em relação à média do ano de 2005. Esta ocorreu devido ao trabalho de conscientização para a redução da borra, onde teve uma redução de 26,7%.

Outro ponto que pode ser observado é que o material PBT é responsável por 57,6% do total de borra gerada, isto ocorre pelo motivo de ser o material mais

utilizado nos produtos injetados na Embrapla. Por este motivo, este trabalho foi focado na análise técnica, econômica e ambiental somente do material PBT.

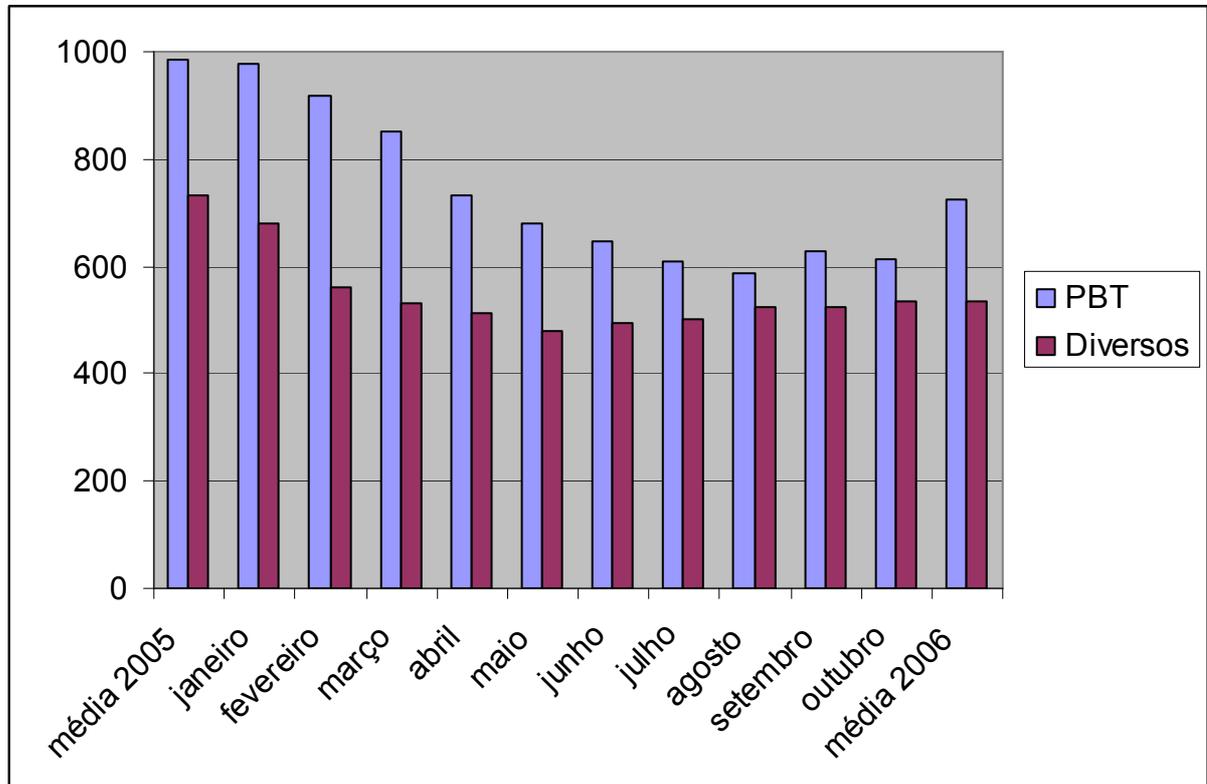


Gráfico 1 – Quantidade de borra gerada.

Fonte: Autor

4.5 REAPROVEITAMENTO DA BORRA

A borra quando bem cuidada, ou seja, separada na hora em que é gerada e não sendo degradada, pode ser 100% reaproveitada. Sendo assim, foi implantado o procedimento (ANEXO 1) para a recuperação da borra, cuja meta a ser atingida é um reaproveitamento de 70% de toda borra gerada no processo de injeção. Desta forma será reduzida a venda da borra de 2,3% para 0,7% do total de material

processado e o custo com a compra de matéria-prima virgem.

4.6 FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE REAPROVEITAMENTO DE BORRA

No ANEXO 2 é apresentado o fluxograma que demonstra todo o processo de recuperação da borra, onde podemos observar que este processo só tem fim caso a borra não seja separada ou processada adequadamente, gerando assim as borras de má qualidade, não podendo assim ser utilizadas em produtos que necessitam qualidade superior, que o caso dos produtos fabricados pela Embrapla.

4.7 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DO PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DA BORRA

As etapas do processo que serão descritas a seguir são baseadas no fluxograma de reaproveitamento da borra (ANEXO 2).

4.7.1 Processo de injeção

Esta etapa, basicamente é o processo de transformar material plástico em produtos, onde nesta fase o material plástico em grânulos é aquecido dentro do cilindro de plastificação até o ponto que fica no estado plastificado, conhecido como pastoso. Após atingir este estado o material é injetado para dentro de um molde através da pressão exercida pelo fuso, que age como um pistão. Após o tempo de

resfriamento o molde é aberto e a peça é extraída, dando início ao processo novamente. Quando é necessário interromper o processo ou realizar a troca da matéria-prima, ocorre então a produção da borra. Sendo uma operação que não agrega nenhum valor ao processo, somente gera gastos. Esta operação é basicamente igual ao processo de injeção, onde a única diferença é que o material é injetado fora do molde, gerando assim a borra (Figura 9).



Figura 9 – Produção da borra.

Fonte: Autor

4.7.2 Separação da borra

Esta é considerada a etapa mais importante no processo de recuperação da borra, pois se a separação não for bem feita toda a borra é contaminada não podendo ser reaproveitada.

A separação deve ser feita na hora em que esta sendo realizado a purga, interrompendo a mesma em certos momentos para facilitar a separação. A borra de material degradado e contaminado deve ser separada da borra de material limpo

(Figura 10), pois se não for separada neste momento, as borras se solidificam juntas, não sendo possível mais separá-las.



Figura 10 – Borras separadas durante a injeção.

Fonte: Autor

4.7.3 Qualidade da borra

É a fase onde o operador do moinho vai verificar a qualidade das borras que já estão separadas e verificar se as mesmas possuem condições de serem reutilizadas. Após esta verificação ele destina a borra ruim para ser vendida e a borra boa para ser moída.

4.7.4 Processo de moagem

Fase onde é realizada a moagem da borra em um moinho convencional (Figura 11), utilizado para moer peças e canais de distribuição. Nesta fase é de

fundamental importância que a borra não tenha um volume muito grande, evitando assim a danificação das facas do moinho e garantindo a uniformidade dos grânulos.



Figura 11 – Moinho.

Fonte: Autor

4.7.5 Preparação do material

Etapa onde é preparada a matéria-prima para ser injetada. É realizada a mistura do material moído (borra) com o material virgem. Esta mistura é realizada de forma que os produtos a serem produzidos mantenham os padrões de qualidade exigidos. Os fornecedores da matéria-prima já especificam a quantidade máxima de material moído que deve ser misturado ao virgem, que no caso do PBT é de no máximo 30%.

4.7.6 Secagem do material

Esta etapa não é obrigatória para todas as matérias-primas, pois nem todos os materiais plásticos são higroscópicos. No caso do PBT por ser um material higroscópico, deve ser secado em uma estufa (Figura 12) durante 4 horas a uma temperatura entre 110 à 120°C.



Figura 12 – Estufa.

Fonte: Autor

4.7.7 Alimentação da injetora

É o processo de depositar a matéria-prima dentro do funil da injetora, onde pode ser feito manualmente ou com alimentadores automáticos.

Existem injetoras mais modernas que possuem funil que tem a função de armazenar e secar o material, ou seja, eles são aquecidos na temperatura necessária para desumidificar a matéria-prima. É de fundamental importância que o funil permaneça sempre cheio, para que o material permaneça às 4 horas

necessárias para a secagem. Neste caso são utilizados os alimentadores automáticos.

4.8 ANÁLISE ECONÔMICA

Sendo que não foi necessário nenhum investimento para que o processo de reaproveitamento de borra fosse implantado, a análise econômica terá um embasamento visando somente à redução de custos na compra de matéria-prima virgem.

No fluxograma (Figura 13), está sendo demonstrado quais os processos que foram criados e os que foram alterados para implantar o processo de reaproveitamento de borra, onde será realizada a análise econômica para levantar o custo de cada processo em relação à quantidade de borra reaproveitada.

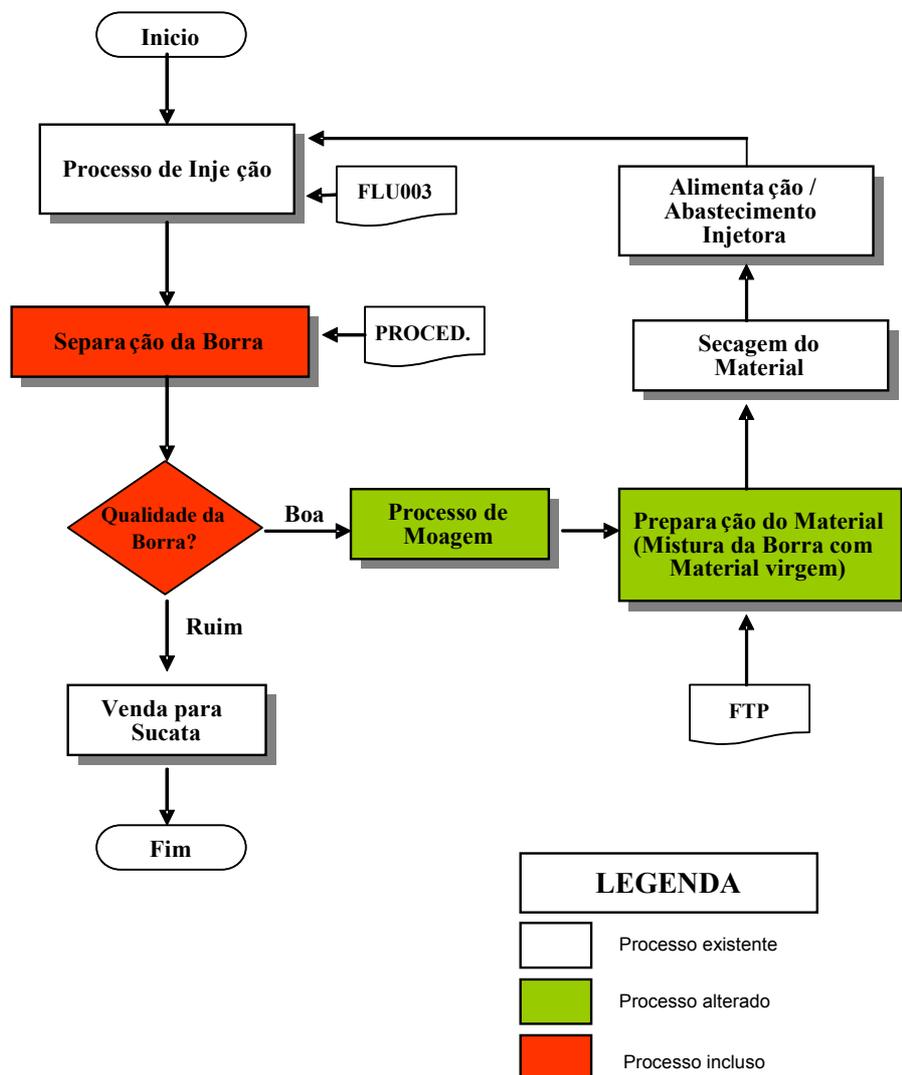


Figura 13 – Fluxograma para análise de custos.

Fonte: Autor

Como demonstrado no fluxograma (Fig. 13), podemos observar que foram poucos os processos que foram criados ou alterados para que fosse implantado o processo de reaproveitamento da borra, pois já existe o processo de reaproveitamento das peças rejeitadas e do canal de distribuição.

4.8.1 Separação da borra

Este processo foi implantado, pois quando a borra era vendida por completo, não se tinha a preocupação em separar as borras boas das ruins. Com o processo de reaproveitamento de borra implantado é de fundamental importância que esta separação seja realizada, onde o custo adicional gerado por esta etapa é o da mão de obra do operador da injetora.

4.8.2 Qualidade da borra

Este processo foi implantado de modo a verificar a qualidade da borra, onde o operador do moinho realiza uma verificação na borra separada pelo operador e destina a borra com boa qualidade para ser moída e a de má qualidade para ser vendida. O custo adicional gerado por este processo é somente o custo do operador do moinho.

4.8.3 Processo de moagem

Este processo já era existente, sendo somente utilizado para operações de moagem de peças rejeitadas e canal de injeção. Com o processo de reaproveitamento de borra, este processo foi adaptado para que fosse realizada também a moagem das borras. O custo gerado por este processo é a energia gasta pelo moinho e custo do operador.

4.8.4 Preparação do material

Este processo era utilizado somente para realizar a mistura entre material virgem e moído (peças rejeitadas e canais de injeção), onde sofreu adaptação para que fosse utilizado também para realizar a mistura entre material virgem e moído utilizando também a borra moída. O custo gerado por este processo é o de energia elétrica do misturador e do operador.

4.9 VIABILIDADE ECONÔMICA

Na Tabela 2 estão demonstrados os custos gerados por cada etapa do processo para realizar o reaproveitamento de 1 kg de borra.

PROCESSO	Custo Hora Operador ^a	Custo Hora KW ^b	Consumo Energia KW/h	Horas / Kg	Custo Total
Separação da Borra	R\$ 8,4000	R\$ 0,3226	0	0,00555	R\$ 0,0466
Qualidade da Borra	R\$ 8,4000	R\$ 0,3226	0	0,00833	R\$ 0,0700
Processo de Moagem	R\$ 8,4000	R\$ 0,3226	12,7	0,00500	R\$ 0,0625
Preparação do Material	R\$ 8,4000	R\$ 0,3226	3,1	0,00017	R\$ 0,0016
					R\$ 0,1807

a- adota-se na Embrapla um único custo hora operador para todas os processos.

b- média diária contando hora de ponta.

Tabela 2 – Custos por processo.

Fonte: Autor

Podemos verificar que o custo adicional gerado para realizar o reaproveitamento da borra fica em torno de R\$ 0,18 por quilograma.

Comparando com o custo de aquisição da matéria-prima (PBT) virgem (Tabela 3) que é de R\$ 11,34, fica evidenciado que é totalmente viável o processo de recuperação da borra, tendo assim uma redução de custo de R\$11,16 por

quilograma de borra reaproveitada. Pode ser observado no gráfico 2, a redução de custo mensal que o reaproveitamento de borra proporciona para a empresa, lembrando que, a meta deste trabalho é de recuperar somente 70% da borra produzida.

	Média 2005	01/06	02/06	03/06	04/06	05/06	06/06	07/06	08/06	09/06	10/06	Média 2006
Borra PBT(Kg)	986	978	919	851	733	682	647	611	588	630	613	725,2
70% Borra (Kg)	690,2	684,6	643,3	595,7	513,1	477,4	452,9	427,7	411,6	441	429,1	507,64
Preço PBT (R\$)	10,80	11,34	11,34	11,34	11,34	11,34	11,34	11,34	11,34	11,34	11,34	11,34
Custo (R\$) Reaproveita mento	124,24	123,23	115,79	107,23	92,36	85,93	81,52	76,99	74,09	79,38	77,24	91,38
Ganho (R\$)	7329,92	7640,14	7179,23	6648,01	5726,20	5327,78	5054,36	4773,13	4593,46	4921,56	4788,76	5665,26

Tabela 3 – Redução de custo mensal.

Fonte: Autor

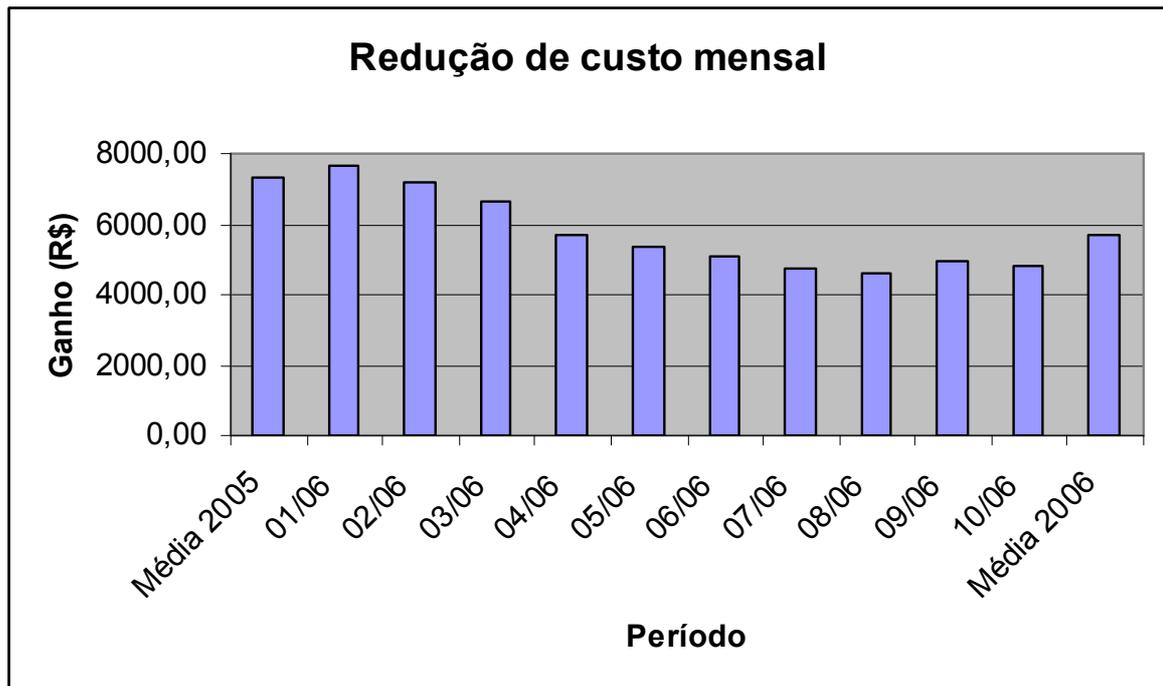


Gráfico 2 – Redução de custo mensal.

Fonte: Autor

4.10 ANÁLISE DE IMPACTO AMBIENTAL

Para ser realizada a análise de impacto ambiental foi utilizado o método de análise emergética, onde foi avaliada a viabilidade emergética da recuperação da borra.

Para facilitar esta análise foi realizada uma separação entre o processo de transformação do plástico PBT, onde é adquirido o valor emergético da borra gerada, que servirá de entrada para o sistema de reaproveitamento da borra.

Segue as representações emergéticas do sistema do processo de injeção (figura 14) e do sistema do processo de reaproveitamento da borra (figura 15).

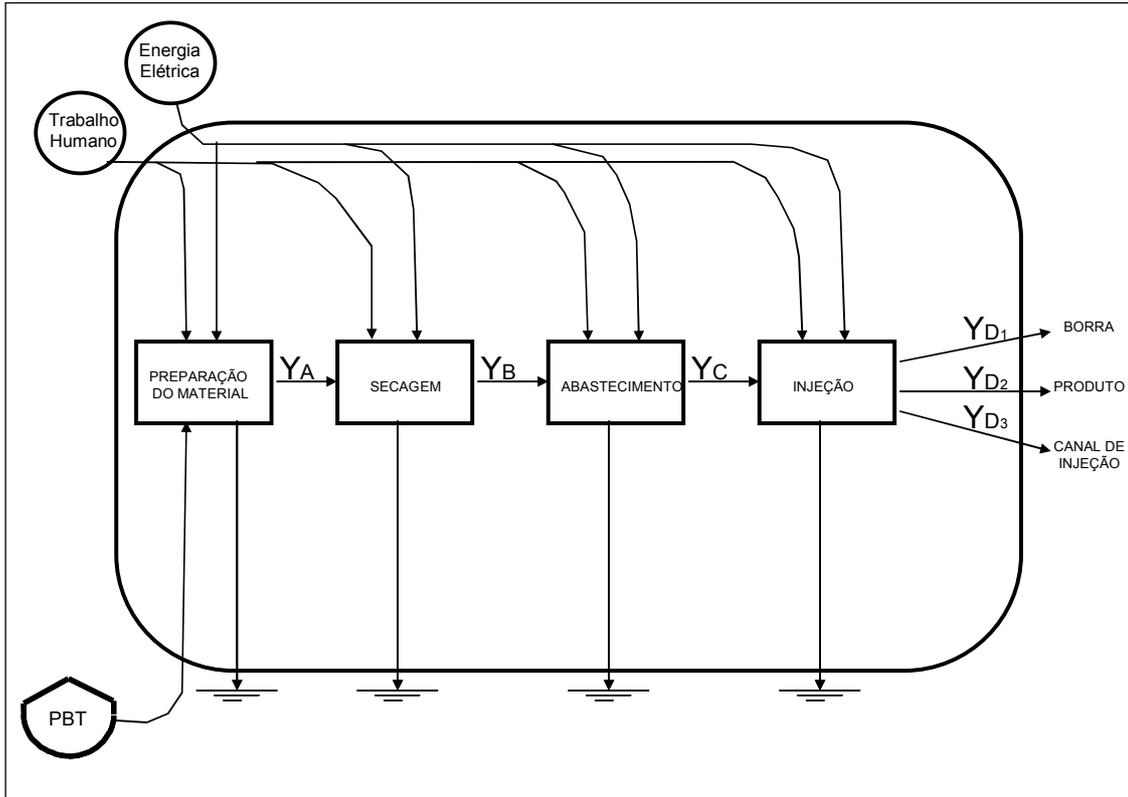


Figura 14: Representação Energética do Processo de Injeção

Fonte: Autor

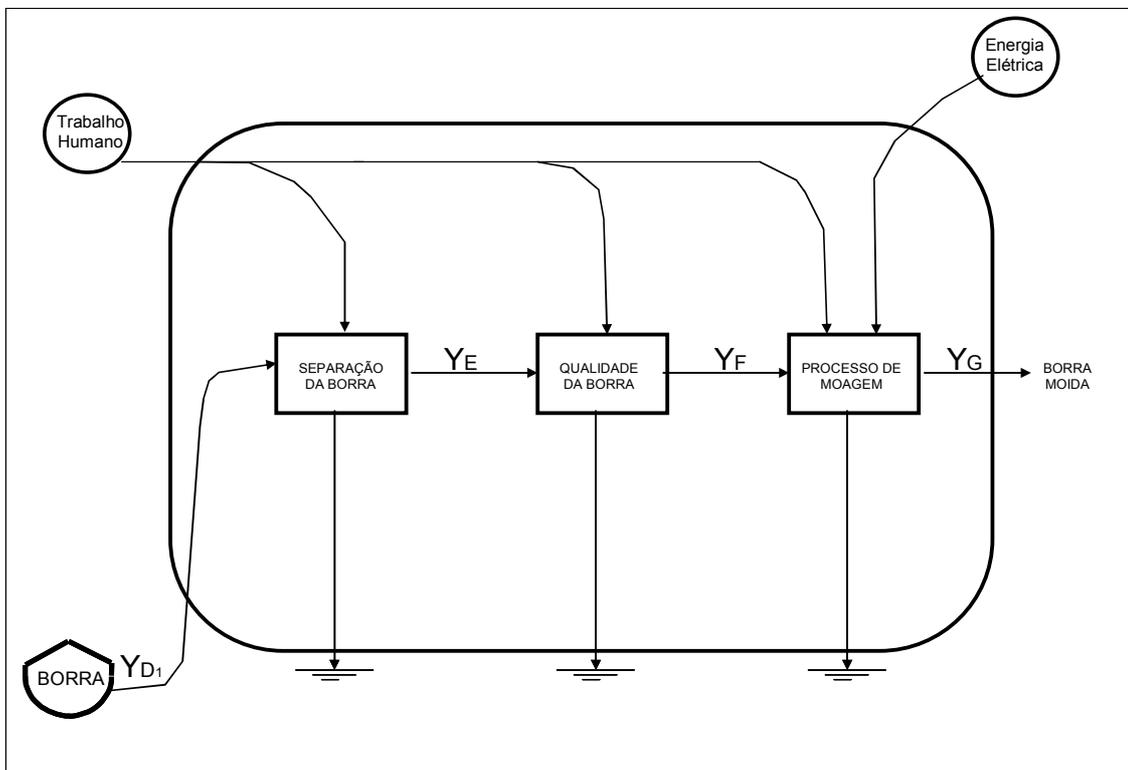


Figura 15: Representação Energética do Processo de Reaproveitamento da Borra

Fonte: Autor

No sistema do processo de injeção temos como entradas o material PBT, energia elétrica e o trabalho humano. Entre as etapas do processo são gerados os materiais intermediários: onde (YA) é o material PBT preparado para a injeção; (YB) é o material PBT seco; e o (YC) é o PBT depositado no funil da injetora. Neste sistema é gerado o material PBT processado que se apresenta em três formas: borra (YD1), produto (YD2) e canal de injeção (YD3).

No sistema do processo de reaproveitamento da borra são utilizadas como entradas a borra gerada no sistema do processo de injeção (YD1), energia elétrica e o trabalho humano. É gerado nas etapas intermediárias: (YE) borra separada; (YF) borra com qualidade verificada. Neste sistema tem-se como saída a borra moída (YG), que é a borra recuperada que será reutilizada no processo de injeção. As contabilidades dos sistemas do processo de injeção e do reaproveitamento da borra ilustrados nas figuras 13 e 14 podem ser vistos nas tabelas 05 e 06. Nestas tabelas estão demonstradas as etapas dos processos, o fluxo mensal utilizado em cada etapa do processo e a transformidade por unidade.

O resultado em energia solar é encontrado pela multiplicação entre a quantidade (fluxo mensal) utilizada em cada etapa do processo pela sua respectiva transformidade.

PROCESSO DE INJEÇÃO					
Descrição do Processo	Unidade	Fluxo Mensal	Transformidade	Unidade	Energia Solar (sej)
PBT	g	2,20E+07	5,87E+09	sej/g	1,29E+17
Secagem					
Energia elétrica	J	1,15E+10	1,74E+05	sej/J	2,00E+15
Trabalho Humano	J	1,50E+06	1,20E+06	sej/J	1,80E+12
Abastecimento					
Energia Elétrica	J	1,90E+09	1,74E+05	sej/J	3,31E+14
Trabalho Humano	J	1,50E+06	1,20E+06	sej/J	1,80E+12
Injeção					
Energia Elétrica	J	1,11E+11	1,74E+05	sej/J	1,93E+16
Trabalho Humano	J	1,51E+07	1,20E+06	sej/J	1,81E+13
Preparação do Material					
Energia Elétrica	J	5,54E+07	1,74E+05	sej/J	9,64E+12
Trabalho Humano	J	2,64E+04	1,20E+06	sej/J	3,17E+10
Energia total do processo de injeção (YD)					1,51E+17

Tabela 04: Contabilidade emergética do sistema do processo de injeção

Fonte: Autor

PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DA BORRA					
Descrição do Processo	Unidade	Fluxo Mensal	Transformidade	Unidade	Energia Solar (sej)
Borra (YD₁)	g	7,25E+05	2,08E+11	sej/g	1,51E+17
Separação da Borra					
Trabalho Humano	J	7,25E+03	1,20E+06	sej/J	8,70E+09
Qualidade da Borra					
Trabalho Humano	J	8,70E+03	1,20E+06	sej/J	1,04E+10
Processo de Moagem					
Energia Elétrica	J	8,74E+07	1,74E+05	sej/J	1,52E+13
Trabalho Humano	J	1,31E+04	1,20E+06	sej/J	1,57E+10
Energia total do processo de recuperação (YG)					1,51E+17
Total emergético- recursos não renováveis (N)					1,51E+17
Total emergético- recursos renováveis (R)					1,52E+13
Transformidade (Tr)					2,08E+11
Renovabilidade (%R)					0,010
Rendimento emergético (EYR)					1,000

Tabela 05: Contabilidade emergética do sistema de recuperação da borra

Fonte: Autor

A análise dos valores de energia das etapas do processo de recuperação da borra, tornam claro que o maior investimento emergético está justamente no consumo de energia elétrica no processo de moagem, onde a energia necessária é de 1,52E+13sej.

4.10.1 Cálculo dos Indicadores

Renovabilidade

$$\%R = (R/YG) * 100$$

$$\%R = (1,52E+13 / 1,51E+17) * 100$$

$$\%R = 0,010\%$$

Rendimento Emergético

$$EYR = YG / YD_1$$

$$EYR = 1,51E+17 / 1,51E+17$$

$$EYR = 1,000$$

4.10.2 Análise dos Resultados

Rendimento emergético (EYR) é um indicador que fornece uma medida da capacidade do sistema em utilizar as reservas fornecidas gratuitamente pelo ambiente. Onde o valor encontrado foi de 1,000, que mostra que a energia utilizada no processo de reaproveitamento da borra praticamente não altera a energia acumulada na borra.

No que se refere à transformidade do material, que nada mais é que a razão da produção de energia pela quantidade de material, o valor encontrado, de $2,08E+11$ sej/g, é bastante alto, isto se deve em grande parte ao processo de transformação do PBT, que tem alto valor tecnológico.

A energia relativa comparando-se o valor inicial da borra e o obtido ao final do processo de recuperação da borra, vê-se que a contabilidade somente das etapas de separação da borra, qualidade da borra e moagem, é bastante baixa, que são as entradas renováveis, com valor de $1,52E+13$ sej, $10E+04$ vezes menor que o produto processado.

Baseando-se nos resultados, verificamos que o gasto emergético para recuperar a borra é baixo, sendo assim totalmente viável.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As considerações finais abordam as conclusões sobre o estudo e recomendações do acadêmico a novos estudos.

5.1 CONCLUSÕES

A borra ou resíduo plástico é um material reciclável e que pode significar menores custos à empresa que se propuser a realizar um processo de reutilização.

A reciclagem atualmente é uma ferramenta que resulta em economia de recursos naturais não-renováveis e redução da quantidade de resíduos plásticos destinados em forma de lixo ao meio ambiente.

A ecologia industrial nesse contexto se preocupa com a redução de fluxos de materiais e de energia na natureza, partindo do princípio que é possível organizar o fluxo de matéria que circula no sistema industrial utilizando seus resíduos como matéria-prima, reutilizando os produtos depois de usados, criando um novo ciclo de vida para os materiais descartados.

Dessa forma a reutilização da borra plástica, foco desse estudo, insere-se na proposta da ecologia industrial. Mesmo porque os termoplásticos são materiais recuperáveis, onde eles podem ser reutilizados e podem dar origem a outros produtos.

Diante disso, esse estudo além de conceituar os assuntos pertinentes ao

tema, elaborou um estudo de caso com o intuito de demonstrar a viabilidade econômica e ambiental do processo de classificação e reaproveitamento da borra plástica resultante do processo de injeção da Embrapla.

Os resultados obtidos foram no sentido de evidenciar que são viáveis tanto economicamente quanto ambientalmente a reutilização da borra da Embrapla aos seus processos.

Como resultado econômico percebeu-se que o custo adicional gerado para realizar o reaproveitamento da borra fica em torno de R\$ 0,18 por quilograma. Comparando-o ao custo de aquisição da matéria-prima (PBT) virgem que é de R\$ 11,34, há uma redução de custo de R\$11,16 por quilograma da borra reaproveitada.

Quanto ao resultado ambiental o que se observou é que o investimento emergético para se recuperar a borra é muito baixo, onde é necessário somente $1,52E+13$ sej para recuperar $1,51E+17$ sej de borra. Tendo em vista que o PBT é um material derivado do petróleo e, portanto um recurso natural não renovável com perspectiva de se exaurir em poucas décadas, por si só, é um forte argumento em favor de iniciativas de recuperação e reutilização da borra deste material.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Recomenda-se, para estudos futuros, a análise da viabilidade econômica e ambiental da recuperação das borras geradas por todos os materiais termoplásticos.

Este estudo de recuperação de resíduos pode ser estendido também para outras cadeias produtivas, onde com certeza poderá ser reaproveitada a maioria dos resíduos gerados.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Jorge Artur Cavalcanti. **Ciências Biológicas/Meio Ambiente - Ecologia - Meio Ambiente, Química – Polímeros**. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 2000.

AMBIENTE BRASIL. **Reciclagem**. Disponível em. <http://www.ambientebrasil.com.br>. Acesso em: 3 out 2006.

APOSTILA SOCIESC. **O Polibutileno tereftalato**. Joinville, 1988.

APOSTILA SOCIESC. **Indicadores voltados ao desenvolvimento sustentável**. Contabilidade ambiental no desenvolvimento de embalagens para produtos de cocção - Case Empresas Termotécnica e Multibrás. 2005.

BLASS, Arno. **Processamento de Polímeros**. 2ª ed. Florianópolis: UFSC. 1988.

BRESSAN, Flávio. **O método do estudo de caso**. Disponível em<http://www.fecap.br/adm_online/art11/flavio.htm>. Acesso em: 7 nov. 2006.

CORAZZA FILHO, Euclides Costacurta. **Termoplásticos: os materiais e sua transformação**. 4ª ed. São Paulo: Plásticos em Revista. 1985.

COSTA, Marcio Macedo. **Princípios de ecologia industrial**. Rio de Janeiro: UFRJ: COPPE, 2002.

LEONE, George Guerra. **Custos um enfoque administrativo**. 12. ed. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 1998.

MANUAL DE CÁLCULO DE EMERGIA. Disponível em: <<http://www.unicamp.br>>. Acesso em: 3 out 2006.

MARTINS. Eliseu. **Contabilidade de custos**. São Paulo: Atlas, 1992.

NEVES, Jane Silva. **Contabilidade ambiental do processo de coleta de embalagens de EPS para reciclagem utilizando análise energética**. Estudo de caso: Projeto Gaia. Monografia. Instituto Superior Tupy. Joinville, 2005.

ORTEGA, Henrique. **Engenharia Ecológica e Agricultura Sustentável: Exemplo de uso da metodologia energética-ecossistêmica**. Campinas, 5 de junho de 2003. Disponível em: <<http://www.fea.unicamp.br>>. Acesso em: 14/04/2005.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez: Autores Associados, 1986. 108p.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. Ed. Porto alegre: Bookman, 2001.

ZANIN, Maria; MANCINI, Sandro Donnini. **Resíduos plásticos e reciclagem:** aspectos gerais e tecnologia. São Carlos: EdUFSCCar, 2004.

WERNKE, Rodney. **Gestão de custos:** uma abordagem prática. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2004.

ANEXOS

ANEXO 1



Título: Procedimento para Recuperação de Borrás

1. OBJETIVO

“Reaproveitar as Borrás de Matérias Primas geradas no processo de injeção”

2. Procedimento

MOTIVO: Este procedimento tem por objetivo estabelecer regras para o processo de recuperação de borra, onde visa reduzir a quantidade de borra gerada e melhor separação da mesma.

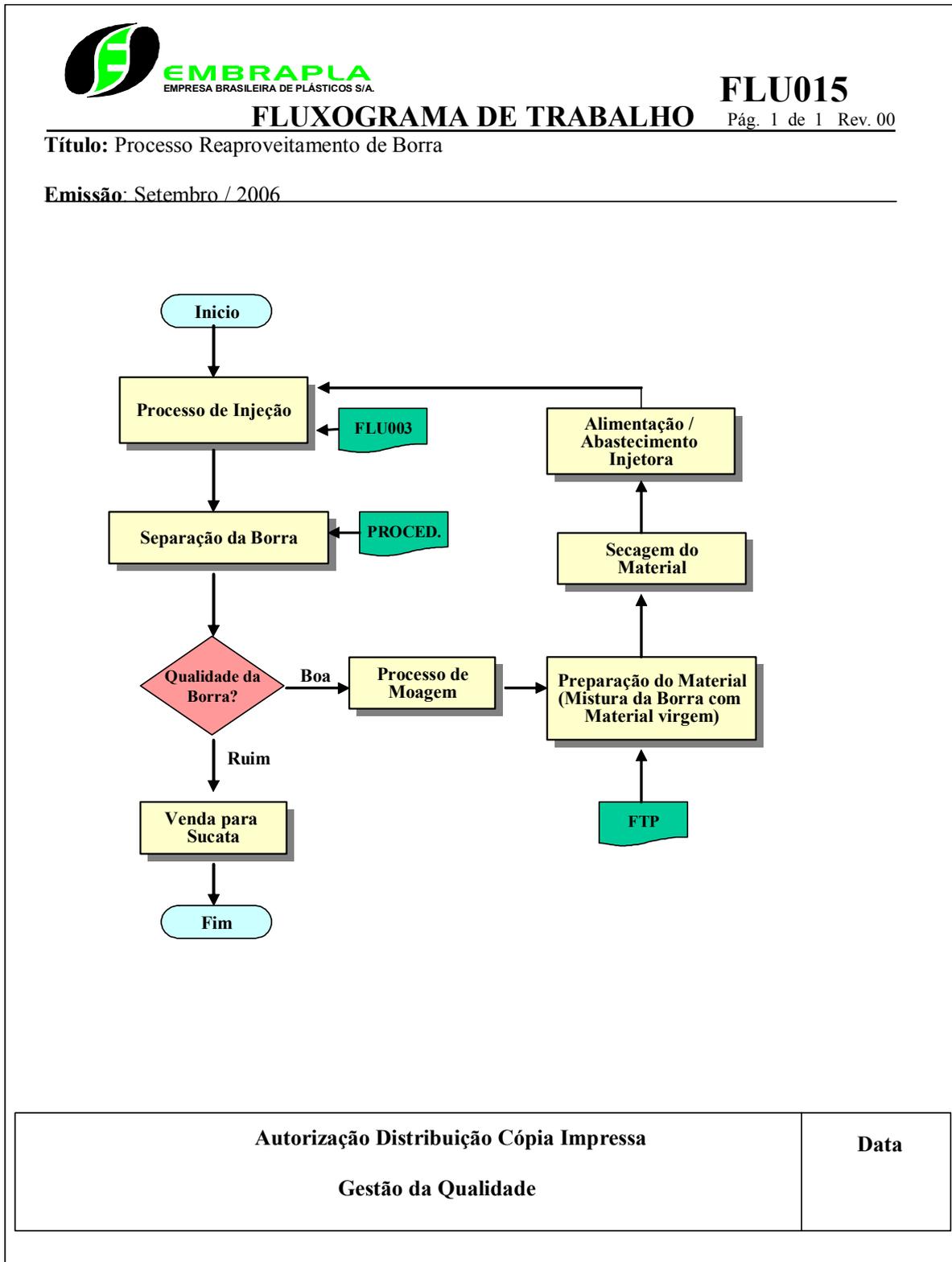
O QUE FAZER: Quando for necessário interromper o processo de injeção, o procedimento correto é fechar a alimentação da matéria prima, injetar todo o material do cilindro, transformando-o em peças. Quando for reiniciar a produção, abre-se a alimentação da matéria-prima e então purga-se o material.

PROCESSO DE PURGA: No processo de purga deve-se utilizar a quantidade mínima possível de matéria-prima, onde deve ser purgado somente o necessário para que o material superaquecido seja expelido, ou no caso de troca de matéria-prima, quando a troca de material já esteja completa.

OBSERVAÇÕES: - Quando estiver sendo feito a purga, não deve ser produzidas borras com grande volume, a fim de facilitar o processo de moagem;
- As borras com materiais misturados, devem ser separadas das borras de material puro, tendo assim condições de serem reaproveitadas.
- Só é necessário realizar a purga quando o material ultrapassar o tempo de permanência de 7 minutos no cilindro.

EMBRAPLA S.A.

ANEXO 2



Fonte: Embrapla – S/A.