

ESTUDO DE VIABILIDADE INSUMOS NANOMÉTRICOS





ESTUDO DE VIABILIDADE DE UMA PLANTA DE INSUMOS NANOMÉTRICOS PARA APERFEIÇOAMENTO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS

Coordenação
Ronaldo Pedro da Silva

Rio de Janeiro
2012



© 2012 – NanoBusiness® Informação e Inovação Ltda.

Estudo de viabilidade insumos nanométricos para aperfeiçoamento de embalagens plásticas.

Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.

NanoBusiness® Informação e Inovação Ltda.

Coordenação

Ronaldo Pedro da Silva

Equipe

Yann Christophe Fredholm

Daniel Giacometti Amaral

Colaboração

Fabiana Ururahy

Hugo Portocarrero

Lorenzo do Canto Visentin

Natalie Waissmann Szyfman

Design Gráfico

Raphael Martins

Apoio

NIA - Nanotechnology Industries Association

ABRE - Associação Brasileira de Embalagens

ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química

ABIPLAST - Associação Brasileira da Indústria do Plástico

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SP

Ficha Catalográfica

NanoBusiness® Informação e Inovação Ltda.

Estudo de viabilidade de uma planta de insumos nanométricos para aperfeiçoamento de embalagens plásticas/NanoBusiness® Informação e Inovação Ltda – Rio de Janeiro: NanoBusiness®, 2012. 122 p.

1. Nanotecnologia. 2. Embalagens Plásticas. I. Título. II. NanoBusiness® Informação e Inovação

NanoBusiness Informação e Inovação Ltda

Av Padre Leonel Franca, 150/602 – Gávea

22451-000 – Rio de Janeiro/RJ

Tel.: (21) 3527-1242

www.nanobusiness.com.br



República Federativa do Brasil

Dilma Rousseff

Presidenta

Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC)

Fernando Damata Pimentel

Ministro

Secretaria de Inovação do MDIC

Nelson Akio Fujimoto

Secretario de Inovação

Departamento de Tecnologias Inovadoras do MDIC

João Batista Lanari Bó

Diretor do Departamento de Tecnologias Inovadoras

Agradecimentos

Adalberto Fazzio

Alfredo Mendes

Francine Barbosa

Daisy Rebelatto

Priscila dos Santos

Denise Barbosa

Thiago Ribeiro



Sumário

1	MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA	12
1.1	MOTIVAÇÃO	12
1.2	JUSTIFICATIVA	12
2	SUMÁRIO EXECUTIVO	13
2.1	INTRODUÇÃO	13
2.2	ROTA TECNOLÓGICA	13
2.3	PRODUTOS DA PLANTA	13
2.4	ANÁLISE ECONÔMICA	14
3	ANÁLISE DA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS PLÁSTICAS	15
3.1	INTRODUÇÃO	15
3.2	MERCADO BRASILEIRO DE EMBALAGENS	15
3.3	A INDÚSTRIA DE TRANSFORMADOS PLÁSTICOS	18
3.4	ANÁLISE ESTRUTURAL BÁSICA DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMADOS PLÁSTICOS	19
3.5	PROCESSOS DE PRODUÇÃO DE EMBALAGENS	24
3.6	TERMOPLÁSTICOS PARA EMBALAGENS – SEGMENTAÇÃO DAS RESINAS	26
3.6.1	Polietilenos (alta densidade, baixa densidade e baixa densidade linear)	27
3.6.2	Polipropileno (PP)	28
3.6.3	Poliestireno (PS)	30
3.6.4	Policloreto de Vinila (PVC)	32
3.6.5	Tereftalato de Polietileno (PET)	33
3.6.6	Biopolímeros	35
4	SELEÇÃO DA TECNOLOGIA E ESTUDO DO MERCADO	38
4.1	INTRODUÇÃO	38
4.2	OS INSUMOS NANOMÉTRICOS PARA EMBALAGENS PLÁSTICAS	38
4.3	INTELIGÊNCIA TECNOLÓGICA	40
4.3.1	Resultado agregado	40
4.3.2	Evolução Tecnológica	42
4.3.3	Análise da evolução tecnológica	42
4.3.4	Mercado das Embalagens Ativas e Inteligentes	43
4.3.5	Mapa tecnológico	43
4.3.6	Quantidade de citações de nano insumos em patentes	45
4.3.7	Líderes tecnológicos	45
4.3.8	Estudo da Informação tecnológica – Ambiente de mercado	47
4.4	CONCLUSÃO SOBRE OS RESULTADOS DA INTELIGÊNCIA TECNOLÓGICA E DA ANÁLISE DO MERCADO MUNDIAL DE NANO INSUMO	52
4.4.1	Classificação dos tipos de resinas	53
4.4.2	Classificação dos nano insumos	54
5	ANÁLISE DA DEMANDA	55
5.1	INTRODUÇÃO	55
5.2	MERCADO MUNDIAL DE NANO COMPÓSITOS	55
5.2.1	Mercado mundial de nano argila	56
5.2.2	Mercado mundial de nano prata	57
5.2.3	Mercado mundial de nano óxidos	57
5.2.4	Mercado mundial de nanotubos de carbono	58
5.2.5	Resumo sobre o mercado mundial de nano insumo	58
5.3	METODOLOGIA DA ANÁLISE DA DEMANDA	59
5.4	ESTIMATIVA DE DEMANDA	59



5.4.1	Validação da estimativa da demanda – Workshop Abiplast	63
5.5	CONCLUSÕES.....	72
6	ENGENHARIA	73
6.1	INTRODUÇÃO.....	73
6.2	ETAPAS DE TRANSFORMAÇÃO DE UMA ARGILA NATURAL EM UMA ARGILA ORGANOFÍLICA.....	74
6.3	ETAPAS DE INTERCALAÇÃO DE UMA ARGILA ORGANOFÍLICA EM UMA MATRIZ POLIMÉRICA.....	74
6.4	FUNCIONALIZAÇÃO DA NANO ARGILA	75
6.5	CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO	75
6.5.1	Rotas Tecnológicas.....	75
6.5.2	Capacidade da Planta.....	76
6.5.3	Parâmetros Gerais da Planta	78
6.6	DADOS PADRÕES DO PROJETO	78
6.6.1	Áreas do projeto.....	78
6.6.2	Lista dos Principais Equipamentos.....	79
6.7	DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS	83
6.7.1	Processos produtivos utilizando como matéria prima uma argila organofílica - rotas tecnológicas 1 e 2.....	83
6.7.2	Processos produtivos utilizando como matéria prima uma argila natural - rotas tecnológicas 3 a 6.....	85
6.8	INFRAESTRUTURA.....	87
6.9	ENERGIA ELÉTRICA.....	87
6.10	ÁGUA.....	87
6.11	TRATAMENTO DE EFLUENTES.....	87
6.12	TAMANHO DA PLANTA	87
6.13	CRITÉRIOS DE PROJETO.....	87
6.13.1	Características da Alimentação	88
6.13.2	Modificador Orgânico	88
6.13.3	Nitrato de prata	89
6.13.4	Sulfato de ferro/amônio	89
6.13.5	Resinas	89
6.13.6	Esquema Operacional da Unidade.....	90
6.14	ETAPAS DO PROCESSO - CONDIÇÕES OPERACIONAIS	90
6.14.1	Estocagem dos reagentes.....	90
6.14.2	Reatores	91
6.14.3	Utra-som	91
6.14.4	<i>Spray-dryers</i>	91
6.14.5	Sistema de processamento de <i>masterbatch</i>	92
6.14.6	Empacotamento	92
6.14.7	Tratamento dos efluentes.....	92
6.15	UTILIDADES	92
6.16	COEFICIENTES TÉCNICOS	92
6.16.1	Matéria prima: Argila organofílica.....	92
6.16.2	Matéria prima: Argila natural	93
7	COMPETÊNCIAS NECESSÁRIAS PARA OS PROCESSOS PRODUTIVOS	95
7.1	INTRODUÇÃO.....	95
7.2	COMPETÊNCIAS PROFISSIONAIS NECESSÁRIAS	95
7.3	CONTEXTO DE TRABALHO DA HABILITAÇÃO PROFISSIONAL	98
8	TAMANHO E LOCALIZAÇÃO.....	102
8.1	INTRODUÇÃO.....	102
8.2	TAMANHO ÓTIMO	102
8.3	LOCALIZAÇÃO.....	102
8.3.1	Fatores de macrolocalização industrial	102



9	AVALIAÇÃO ECONÔMICO-FINANCEIRA	107
9.1	CENÁRIOS.....	107
9.2	CAPEX	108
9.2.1	Premissas Gerais.....	108
9.2.2	Resumo do Capex	109
9.3	OPEX.....	110
9.3.1	Premissas gerais.....	110
9.3.2	Custos Variáveis	110
9.3.2.1	Reagentes e insumos.....	110
9.3.2.2	Resumo custos variáveis.....	112
9.3.3	Custos fixos	113
9.3.3.1	Custo total de operação	113
9.3.4	Resumo do Opex	115
9.4	RESULTADOS DA ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA.....	115
9.4.1	Períodos de Implantação e Operação	116
9.4.2	Formação da receita bruta	116
9.4.3	Formação do capital de giro	117
9.4.4	Encargos sobre as vendas.....	117
9.4.5	Depreciação.....	117
9.4.6	Imposto de renda	117
9.4.7	Valor residual	117
9.4.8	Resultados	118
9.4.9	Fluxo de Caixa	119
9.4.10	Análise de Sensibilidade	120
9.4.11	Conclusões	121

ANEXOS



Lista de tabelas

Tabela 1 - Faturamento da indústria de embalagens (em bilhões de R\$)	15
Tabela 2 - Capacidade instalada PEs (t/ano)	28
Tabela 3 - Produção e vendas declaradas PEs (t/ano)	28
Tabela 4 - Importação e exportação PEs (t/ano e US\$-FOB).....	28
Tabela 5 - Capacidade instalada PP (t/ano)	29
Tabela 6 - Produção e vendas declaradas PP (t/ano)	29
Tabela 7 - Importação e exportação PP (t/ano e US\$-FOB)	30
Tabela 8 - Capacidade instalada PS (t/ano)	31
Tabela 9 - Produção e vendas declaradas (t/ano)	31
Tabela 10 - Importação e exportação PS (t/ano e US\$-fob).....	31
Tabela 11 - Capacidade instalada PVC (t/ano)	32
Tabela 12 - Produção e vendas declaradas PVC (t/ano)	33
Tabela 13 - Importação e exportação PVC (t/ano e US\$-fob)	33
Tabela 14 - Segmentação de mercado PET.....	34
Tabela 15 - Capacidade instalada PET (t/ano).....	34
Tabela 16 - Produção e vendas declaradas PET (t/ano).....	34
Tabela 17 - Importação e exportação PET (t/ano e US\$-FOB)	34
Tabela 18 - Aplicações de bioplásticos	36
Tabela 19 - Capacidade instalada de bioplásticos (t/ano)	37
Tabela 20 - Lista de insumos nanométricos e seus principais efeitos nas mudanças das propriedades em embalagens	39
Tabela 21 - Volume da demanda das principais resinas termoplásticas em 2011.	59
Tabela 22 - Segmentação do volume da demanda das principais resinas termoplásticas utilizadas no setor de alimentos e bebidas em 2011	59
Tabela 23 - Estimativa do consumo e do mercado por insumo para vários cenários	62
Tabela 24 - Parâmetros das rotas tecnológicas contempladas	76
Tabela 25 - Capacidade produtiva de <i>masterbatches</i> de nano argila pura - 1.800 t/a e <i>masterbatches</i> de nano argila funcionalizada - 400 t/a	77
Tabela 26 - Capacidade produtiva de <i>masterbatches</i> de nano argila pura - 4.100 t/a e <i>masterbatches</i> de nano argila funcionalizada - 900 t/a	77
Tabela 27 - Modelo básico de fatores de macrolocalização	103
Tabela 28 - Reagentes e insumos MNAp - Matéria prima: argila organofílica.....	110
Tabela 29 - Reagentes e insumos MNAf - Matéria prima: argila organofílica.....	110
Tabela 30 - Reagentes e insumos MNAp - Matéria prima: argila natural - Modificador orgânico 1.....	111
Tabela 31 - Reagentes e insumos MNAf - Matéria prima: argila natural - Modificador orgânico 1.....	111
Tabela 32 - Reagentes e insumos MNAp - Matéria prima: argila natural - Modificador orgânico 2.....	111
Tabela 33 - Reagentes e insumos MNAf - Matéria prima: argila natural - Modificador orgânico 2.....	112
Tabela 34 - Custos variáveis - Matéria prima: argila organofílica	112
Tabela 35 - Custos variáveis - Matéria prima: argila natural - Modificador orgânico 1	112
Tabela 36 - Custos variáveis - Matéria prima: argila natural - Modificador orgânico 2	113
Tabela 37 - Custos de Mão-de-obra - implantação	113
Tabela 38 - Custos de mão de obra – Expansão	114
Tabela 39 - Aluguel das instalações.....	114
Tabela 40 - Equipamentos de proteção individual.....	114



Tabela 41 - Serviços de manutenção 114

Tabela 42 - Custos fixos indiretos 115

Tabela 43 - Produção anual (% capacidade)..... 116

Tabela 44 - Resultados do cenários avaliados 118

Tabela 45 - Melhor cenário apresentado 121

Tabela 46 - Lista dos riscos do empreendimento e da engenharia com ações para
mitigação 122



Lista de gráficos

Gráfico 1 - Produção física	16
Gráfico 2 - Valor da produção.....	16
Gráfico 3 - Emprego formal	17
Gráfico 4 - Exportações	17
Gráfico 5 - Importações	18
Gráfico 6 - Empresas no setor de transformados plásticos 2000-2010	20
Gráfico 7 - Tamanho das empresas do setor de transformados plásticos por número de empregados	20
Gráfico 8 - Faturamento do setor de transformados plásticos 2000-2010 (em bilhões de R\$).....	21
Gráfico 9 - Segmentação do mercado de transformados plásticos por aplicação	22
Gráfico 10 - Produção de transformados plásticos 2000-2010 (em mil toneladas)	23
Gráfico 11 - Evolução do índice de produção física do setor de transformados plásticos acumulado 2009/2010	23
Gráfico 12 - Consumo aparente de transformados plásticos 2000-2010 (em mil toneladas)	24
Gráfico 13 - Segmentação do mercado de transformados plásticos por processo de produção	24
Gráfico 14 - Consumo aparente de resinas termoplásticas por tipo de resina	25
Gráfico 15 - Segmentação do mercado de transformados plásticos por processo de produção / tipo de resina.....	26
Gráfico 16 - Segmentação de mercado PEs	27
Gráfico 17 - Segmentação de mercado PP	29
Gráfico 18 - Segmentação de mercado PS	30
Gráfico 19 - Segmentação de mercado PVC.....	32
Gráfico 20 - Segmentação do mercado mundial dos Bioplásticos.....	35
Gráfico 21 - Potencial de substituição dos polímeros convencionais pelos bioplásticos ...	36
Gráfico 22 - Evolução tecnológica	42
Gráfico 23 - Evolução do mercado de embalagens inteligentes e ativas	43
Gráfico 24 - Quantidade de citações de nano insumos em patentes	45
Gráfico 25 - Natureza dos requerentes / titulares	46
Gráfico 26 - Países e regiões geradoras de conhecimento	48
Gráfico 27 - Organismos de publicação	49
Gráfico 28 - Evolução tecnológica	50
Gráfico 29 - Natureza dos titulares/requerentes no Brasil	51
Gráfico 30 - Média de extensões de documentos de patentes para países de interesse ..	51
Gráfico 31 - Evolução do consumo e do mercado mundial dos nano compósitos.....	55
Gráfico 32 - Evolução do consumo e do mercado dos nanocompósitos baseados em nano argila.....	56
Gráfico 33 - Evolução de preço de nano argila (montmorilonita)	57
Gráfico 34 - Expectativa do preço e do mercado mundial dos nano óxidos	57
Gráfico 35 - Expectativa da evolução do consumo brasileiro de nanocompósitos	60
Gráfico 36 - Expectativa da evolução do consumo brasileiro de nano insumos	61
Gráfico 37 - Expectativa da evolução do consumo brasileiro de nano argila, nano argila funcionalizada e nano óxidos	61
Gráfico 38 - Estimativa do mercado brasileiro: cenários máximo e mínimo.	62
Gráfico 39 - Expectativa da evolução do consumo brasileiro de <i>masterbatch</i> contendo 25% em peso de nano argila pura (MNAp) e nano argila funcionalizada (MNAf).....	74



Lista de figuras

Figura 1 - Cadeia produtiva da indústria de transformação plástica.....	19
Figura 2 - Plásticos segundo os setores de aplicação e processos de transformação.....	25
Figura 3 - Linha do tempo dos principais produtos de nanotecnologia.....	40
Figura 4 - Classificação das embalagens.....	41
Figura 5 - Mapa tecnológico	44
Figura 6 - Países e regiões geradoras de conhecimento	47
Figura 7 - Principais mercados de interesse.....	49
Figura 8 - Modelo de caracterização do nível tecnológico e de identificação de janelas de oportunidades.....	52
Figura 9 - Disponibilidade dos nanocompósitos em função da natureza da sua resina	53
Figura 10 - Disponibilidade dos nanocompósitos em função do nano insumo usado	54
Figura 11 - <i>Lay-out</i> do processo produtivo de MNAp a partir de argila organofílica	83
Figura 12 - <i>Lay-out</i> do processo produtivo de MNAf a partir de argila organofílica	84
Figura 13 - <i>Lay-out</i> do processo produtivo de MNAp a partir de argila natural	85
Figura 14 - <i>Lay-out</i> do processo produtivo de MNAf a partir de argila natural	86
Figura 15 - Opção de localização - Brasil.....	104
Figura 16 - Opção de localização - Sudeste.....	105
Figura 17 - Distribuição de empresas fabricantes de embalagens plásticas associado às opções de localização	106



1 MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA

1.1 MOTIVAÇÃO

Atendimento à necessidade apontada pelo Fórum de Competitividade de Nanotecnologia, qual seja “Viabilizar o uso de insumos nanométricos como matéria prima da indústria de embalagens visando à obtenção de vantagens competitivas no mercado nacional e internacional, para a cadeia de produção da indústria de embalagens plásticas brasileira”, de maneira a apropriar, para o setor, as vantagens competitivas em relação ao campo de avanço do conhecimento em nanomateriais.

1.2 JUSTIFICATIVA

A Secretaria de Inovação desenvolve diversas ações de promoção da nanotecnologia em setores estratégicos, no Brasil. Uma delas trata da identificação de tecnologias a serem desenvolvidas para atender demandas futuras nas cadeias produtivas e/ou eliminação de gargalos tecnológicos, com vistas ao aumento da competitividade dos produtos industrializados nacionais.

A cadeia produtiva da indústria do plástico é geradora de empregos e impulsionadora de distribuição regional de renda. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Plástico (ABIPLAST) existem aproximadamente 12.000 estabelecimentos que empregam diretamente mais de 350.000 pessoas, com faturamento superior a US\$ 25 bilhões no ano de 2010.

O uso da nanotecnologia nessa cadeia pode representar melhoria de qualidade e redução de custos nos produtos finais, o que conduzirá ao ganho de competitividade para a indústria nacional.

Por outro lado, não existem informações sistematizadas sobre o montante a ser investido, assim como sobre as possibilidades de aplicação de nanotecnologia em embalagens plásticas. A ausência dessas informações restringe o desenvolvimento do setor.

Pretende-se, com o presente Estudo, nortear a capacidade e o interesse dos empreendedores brasileiros ou estrangeiros no investimento financeiro para construção de unidades industriais com vistas à produção de insumos nanométricos para aperfeiçoamento de embalagens plásticas.

A viabilização do uso de insumos nanométricos como matéria prima da indústria de embalagens pode conduzir o setor para a obtenção de vantagens competitivas no mercado nacional e internacional, tanto no ganho de qualidade, representado por redução de peso e melhoria de acabamento de partes plásticas, como na redução de custos operacionais.



2 SUMÁRIO EXECUTIVO

2.1 INTRODUÇÃO

O uso da nanotecnologia em embalagens plásticas tornou-se uma realidade ao redor do mundo nos últimos cinco anos, representando, em 2011, um mercado superior a US\$ 250 milhões. Dentre os insumos nanométricos mais utilizados, destaca-se a nano argila com uma participação no mercado de cerca de 70% em volume.

A utilização de nano argila como insumo nanométrico para aperfeiçoamento de embalagens plásticas está presente nos casos de sucesso de empresas competitivas localizadas em países responsáveis pela geração de conhecimento e líderes na produção de patentes e produtos inovadores.

A partir da análise das características do mercado brasileiro de embalagens plásticas, identificou-se que o segmento de embalagens para alimentos ocupa uma posição estratégica em função da forte tradição do Brasil enquanto produtor e exportador de alimentos para o mundo.

As nano argilas avançadas/funcionalizadas, em particular, vêm ganhando cada vez mais atenção da indústria de embalagens plásticas para alimentos, por oferecerem benefícios relacionados a presença de novas propriedades como bactericida e eliminador de oxigênio.

A estimativa da demanda, disponível nesse estudo, mostra que o mercado brasileiro de nano insumos para embalagens plásticas para alimentos em 2016 se situará entre R\$14 e R\$41 milhões, com um consumo potencial de cerca de 390 toneladas.

2.2 ROTA TECNOLÓGICA

As rotas estudadas para os processos produtivos de *masterbatches* de nano argila pura ou funcionalizada aqui apresentados são baseadas em estudos de inúmeras patentes nacionais e internacionais, artigos científicos e estudos de casos.

A rota tecnológica proposta abrange etapas de tratamento de uma argila de tipo bentonita com um modificador orgânico, obtendo uma argila organofílica, bem como argila organofílica funcionalizada com sais de prata e ferro. Com essa rota é possível produzir *masterbatches* de nano argila pura ou funcionalizada por intercalação dos nano insumos numa resina no estado fundido.

2.3 PRODUTOS DA PLANTA

Os produtos obtidos pela planta industrial serão o *masterbatch* de nano argila pura e o *masterbatch* de nano argila funcionalizada.

Os *masterbatches* supracitados são nanocompósitos de alta concentração em nano insumo (25% em peso) destinados a serem diluídos pelos transformadores de embalagens plásticas na posologia adequada em função das propriedades desejadas. Esse tipo de fornecimento é um padrão no setor por razões de segurança e facilidade de manuseio. A oferta de insumos nanométricos através de *masterbatch* ao invés de pó limita e controla o uso e a dispersão deste fora da planta industrial.



Deve-se ressaltar, ainda, que para uma tonelada de embalagens plásticas a indústria de transformadores plásticos deverá utilizar 80% de resina convencional e adicionar 20% de um dos produtos *masterbatch* supracitados.

A planta terá capacidade de produção de 1.800 toneladas por ano de *masterbatches* de nano argila pura e 400 toneladas por ano de *masterbatches* de nano argila funcionalizada com perspectivas de expansão para 4.100 e 900 toneladas por ano, respectivamente.

Neste Estudo de Viabilidade a capacidade nominal produtiva da planta industrial de produção de nano insumo para a indústria de embalagens plásticas será estabelecida para atender 100% da expectativa do consumo brasileiro em *masterbatch* em 2019, com perspectivas de expansão para atender a demanda até o ano 2025.

2.4 ANÁLISE ECONÔMICA

O melhor cenário avaliado neste estudo preliminar refere-se a Argila Natural, com produção de *masterbatch* de nano argila pura, com expansão da planta e rota MO2 para operação. Esse cenário oferece TIR de 63% para o acionista e payback de 5,5 anos no limite superior do Capex. Caso o preço de venda caia em 10%, a TIR será de 44% para este mesmo Capex. A condição para o projeto ser atrativo, é a taxa de retorno do projeto ser superior ao custo de capital.

Cenário 12 - Argila Natural, somente com produção de Masterbatch Nanoargila Pura, com Expansão, rota MO2		Implantação (R\$)	Expansão (R\$)	Total (R\$)
CAPEX	Capex Pontual Calculado	12.834.760	8.583.440	21.418.200
	Limite superior (+ 50%)	19.252.140	12.875.160	32.127.300
OPEX	Custos Fixos / ano	2.854.700	3.574.200	3.574.200
	Custos Variáveis (Caso MO2) / ano	6.886.945	15.553.915	15.553.915

Fonte: NanoBusiness (2012)

As precisões do Capex e do Opex serão melhoradas com o desenvolvimento da engenharia no projeto conceitual em uma próxima fase. No presente estudo, as taxas de retorno relativas às variações do Capex podem ser verificadas por meio da análise de sensibilidade.



3 ANÁLISE DA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS PLÁSTICAS

3.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo são apresentados dados macroeconômicos do mercado brasileiro de embalagens e uma análise estrutural básica da indústria brasileira de transformados plásticos. Além disso, são também abordados os processos de produção de embalagens, bem como a segmentação das resinas termoplásticas aplicadas na produção de embalagens plásticas.

3.2 MERCADO BRASILEIRO DE EMBALAGENS

Segundo o Estudo Macroeconômico da Embalagem elaborado pela ABRE/FGV (2012), a produção física da indústria de embalagem deverá crescer 1,6% em 2012 e os fabricantes nacionais de embalagem deverão obter receitas próximas a R\$ 46 bilhões, superando os R\$ 43,7 bilhões gerados em 2011. O nível de emprego na indústria de embalagem deverá prosseguir em expansão moderada, aproximando-se de 230 mil ocupações em dezembro de 2011. Os dados referentes a evolução do faturamento da indústria de embalagens entre 2006 e 2011 são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Faturamento da indústria de embalagens (em bilhões de R\$)

Ano	Receita Líquida de Vendas	Valor Bruto da Produção
2006	31,3	30,9
2007	33,2	32,9
2008	35,3	34,5
2009	35,1	33,8
2010*	40,7	39,2
2011*	43,7	42,1

Empresas com 30 empregados ou mais

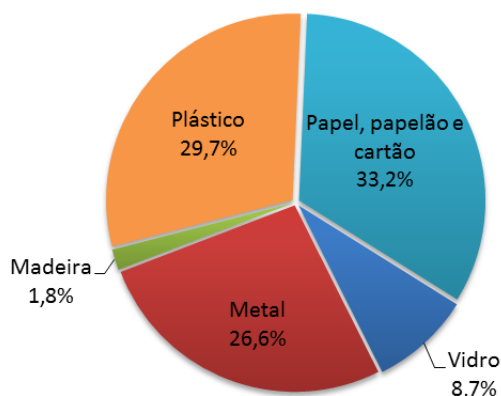
(*) Dados estimados

Fonte: Estudo Macroeconômico da Embalagem ABRE/FGV – fevereiro 2012



Em 2011, o segmento de embalagens plásticas no Brasil obteve uma participação de 29,7% da produção física total de embalagens (Gráfico 1). Em relação ao valor total da produção, o material plástico representou 38,03% ou cerca de R\$ 16 milhões no mesmo período.

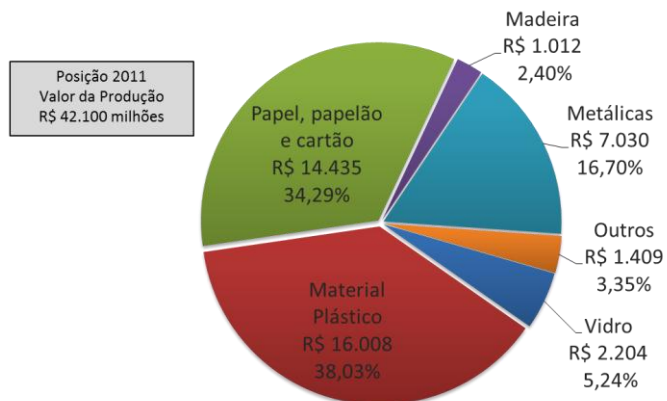
Gráfico 1 - Produção física



Participação de cada segmento na indústria de embalagem

Fonte: Estudo Macroeconômico da Embalagem ABRE / FGV - fevereiro 2012

Gráfico 2 - Valor da produção



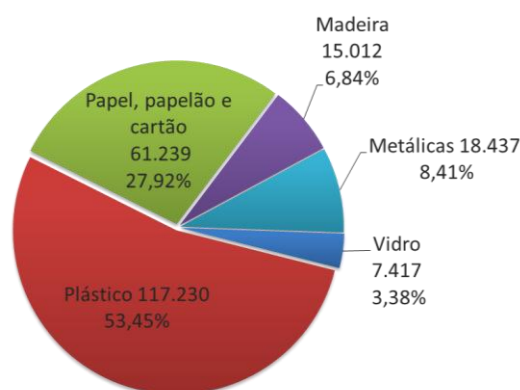
Participação de cada segmento na indústria de embalagem

Fonte: Estudo Macroeconômico da Embalagem ABRE / FGV - fevereiro 2012



A indústria de plásticos é a que mais emprega quando comparada a outros materiais do setor de embalagens, totalizando 117.230 (53,45%) empregos formais em 2011 (Gráfico 3). Em seguida, estão materiais como o papel, papelão e cartão com 61.239 funcionários (27,92%), materiais metálicos com 18.437 (8,41%), madeira com 15.012 (6,84%) e vidro com 7.417 (3,38%).

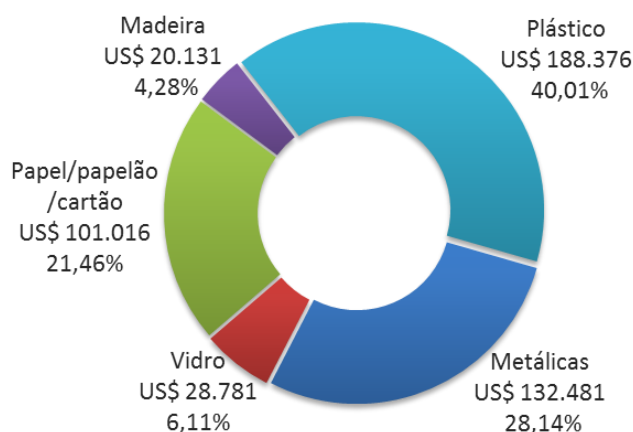
Gráfico 3 - Emprego formal



Fonte: Estudo Macroeconômico da Embalagem ABRE / FGV - fevereiro 2012

A indústria nacional de embalagens registrou um total de US\$ 470,784 milhões nas exportações de 2011, que totalizaram 13,2% a mais que em 2010, com forte desempenho da indústria de plásticos, correspondente a 40,01% do total exportado, seguida das embalagens metálicas (28,14%).

Gráfico 4 - Exportações



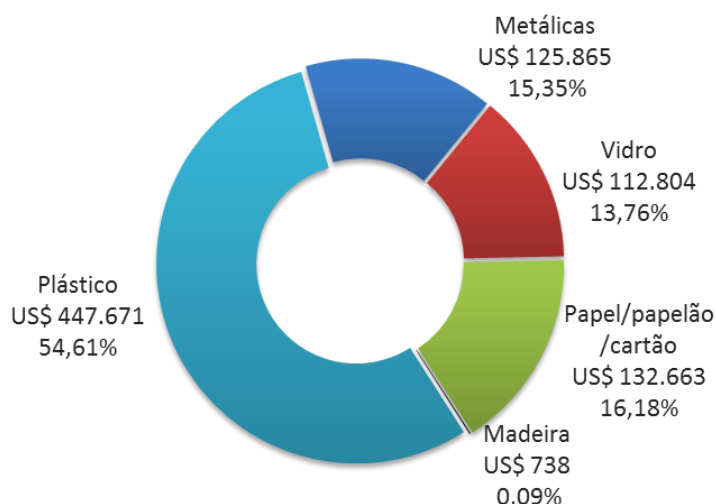
Valores em milhares de dólares

Fonte: Estudo Macroeconômico da Embalagem ABRE / FGV - fevereiro 2012



Em 2011, as importações tiveram um crescimento de 3,03% em relação a 2010, alcançando um faturamento de US\$ 819.741 milhões. Do total importando, o setor de plásticos corresponde a 54,61%, seguido por papel, papelão e cartão (16,18%) e embalagens metálicas (15,35%).

Gráfico 5 - Importações



Valores em milhares de dólares

Fonte: Estudo Macroeconômico da Embalagem ABRE / FGV - fevereiro 2012

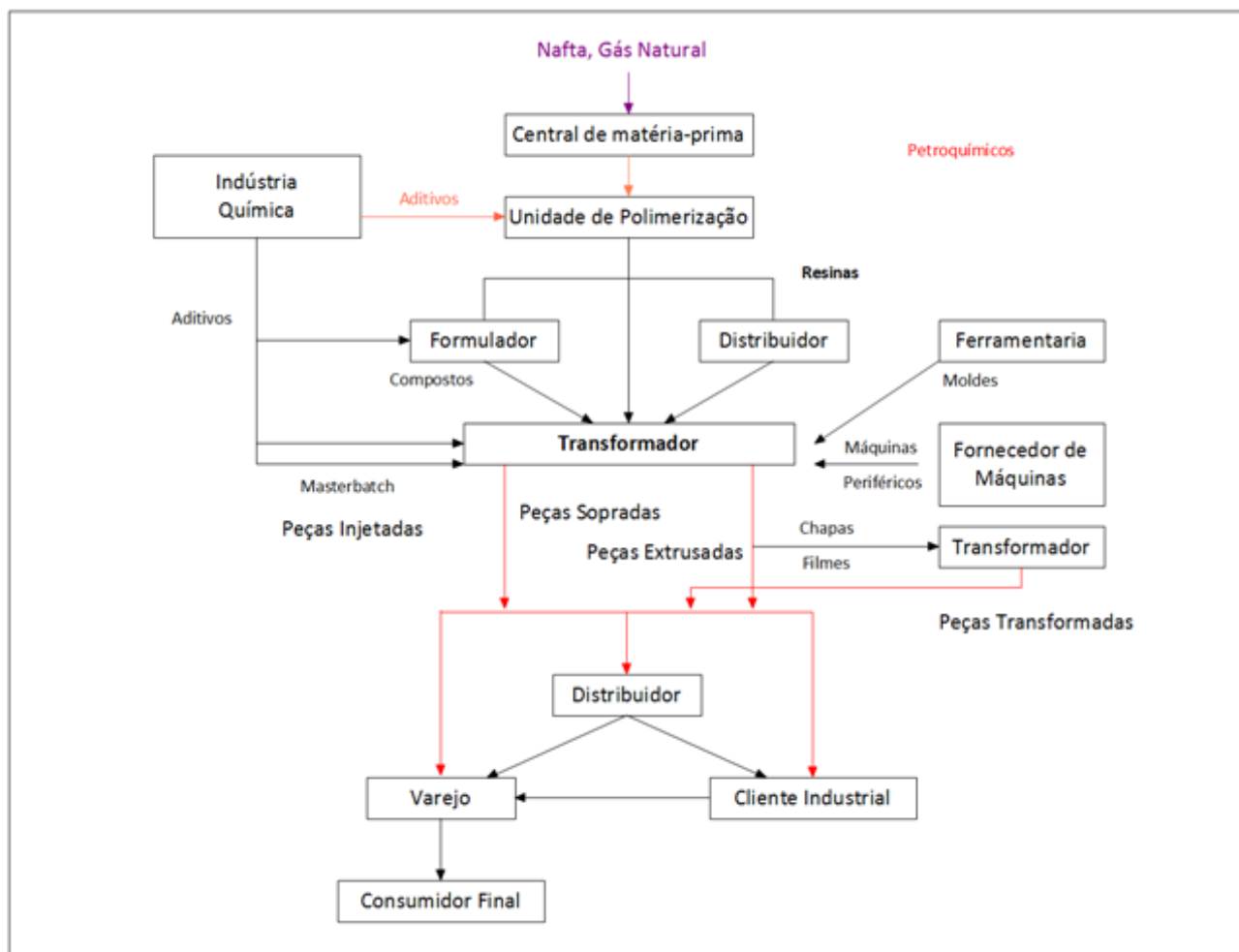
3.3 A INDÚSTRIA DE TRANSFORMADOS PLÁSTICOS

A cadeia produtiva de transformação plástica (Figura 1) é composta pela primeira geração da indústria petroquímica na qual são produzidas matérias-primas básicas como olefinas e aromáticos. A etapa seguinte da cadeia é composta pela segunda geração da indústria petroquímica que, com base em processos de polimerização, é responsável pela produção de resinas termoplásticas, principal matéria-prima da indústria de transformados plásticos. Na terceira geração da indústria petroquímica (indústria de transformados plásticos), que responde por cerca de 4% do consumo de petróleo (praticamente metade da participação da primeira e segunda geração petroquímica), são fabricados uma ampla variedade de produtos de material plástico que são distribuídos para o consumidor final.

Segundo análise setorial do BNDES (2010), dentre esses produtos plásticos a produção de embalagens para inúmeras aplicações industriais consome 43% do total de resinas termoplásticas fornecidas pela segunda geração da indústria petroquímica.



Figura 1 - Cadeia produtiva da indústria de transformação plástica



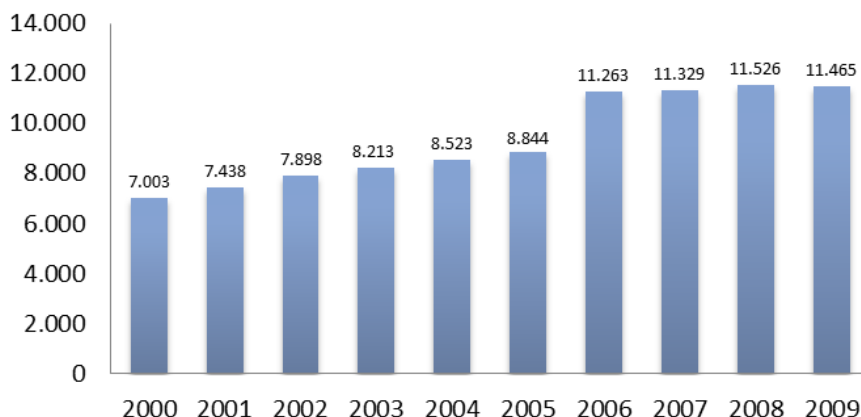
Fonte: Padilha, G. "Caracterização e Perfil Competitivo da Indústria de Transformação de Plástico: Um estudo de Indústrias do Rio de Janeiro, EQ/UFRJ, 1999

3.4 ANÁLISE ESTRUTURAL BÁSICA DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMADOS PLÁSTICOS

Enquanto a primeira e a segunda geração da indústria petroquímica correspondem a um caso típico de oligopólio concentrado com significativas barreiras à entrada, reduzido número de empresas e com forte investimento em pesquisa, tecnologia e inovação, a indústria de transformados plásticos, por outro lado, não possui barreiras relevantes à entrada e à substituição tecnológica e apresenta uma estrutura pulverizada e pouco concentrada. Segundo a Abiplast, a indústria transformadora de plásticos envolve cerca de 11.465 empresas (Gráfico 6), sendo a maioria de controle familiar em que 94,9% correspondem a companhias de até 99 funcionários que flutuam entre a economia formal e a informal. Apenas 0,43% das empresas possuem mais de 500 empregados e 5,48% são de médio porte, entre 99 e 499 funcionários (Gráfico 7).

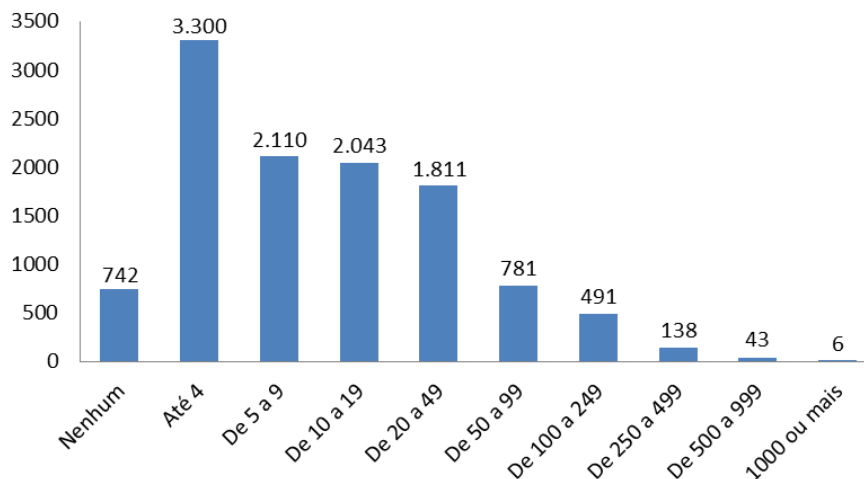


Gráfico 6 - Empresas no setor de transformados plásticos 2000-2010



Fonte: ABIPLAST (2011)

Gráfico 7 - Tamanho das empresas do setor de transformados plásticos por número de empregados

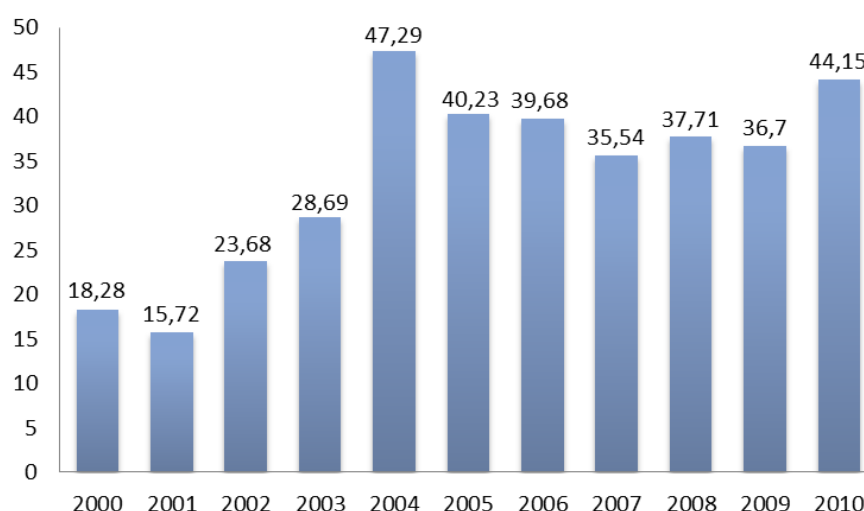


Fonte: ABIPLAST (2011)

O faturamento da indústria química brasileira, estimado pela Abiquim, foi de cerca de R\$ 206,7 bilhões em 2009, dos quais metade corresponde às matérias-primas e produtos químicos intermediários e, desses, 65% da indústria petroquímica de primeira e segunda geração. Por sua vez, a indústria de transformação plástica teria alcançado, segundo a Abiplast (2011), faturamento de R\$ 44,15 bilhões em 2010 (Gráfico 8).



**Gráfico 8 - Faturamento do setor de transformados plásticos 2000-2010
(em bilhões de R\$)**



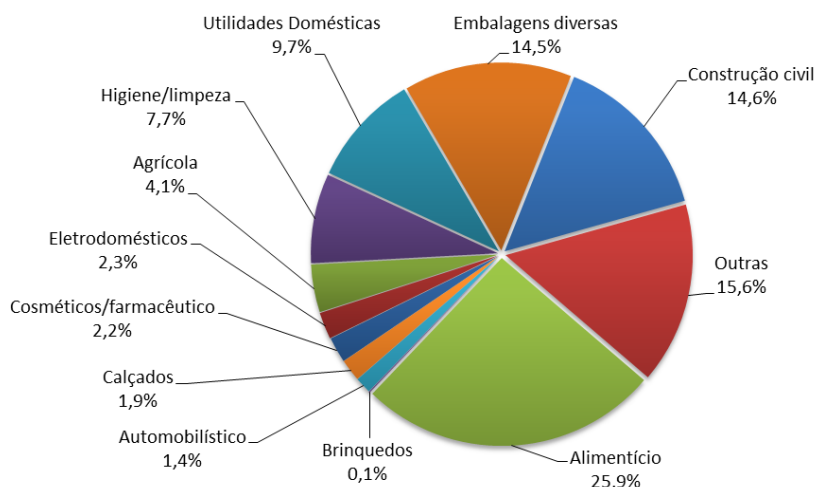
Fonte: ABIPLAST (2011)

As empresas participantes da indústria de transformados plásticos, particularmente as produtoras de embalagens plásticas para alimentos, encontram-se sem qualquer poder de barganha entre os principais fornecedores de matéria-prima (a indústria de resinas termoplásticas) e a indústria alimentícia.

Do total das empresas transformadoras, 25,9% são representadas pelo segmento alimentício (na fabricação de PP, PEBD, PEBDL e EVA para a construção de potes, bobinas, garrafas, frascos, tampas, baldes e adesivos); 14,6% da produção é destinada ao setor da construção civil e outros 14,5% são entregues à produção de embalagens (PEAD e PET para a fabricação de frascos, baldes, tanques e vasilhames). O restante destina-se aos segmentos agrícola, de utilidades domésticas, higiene e limpeza, calçados, eletroeletrônicos, cosmético e farmacêutico, automobilístico e de brinquedos (Gráfico 9).



Gráfico 9 - Segmentação do mercado de transformados plásticos por aplicação



Fonte: ABIPLAST (2011)

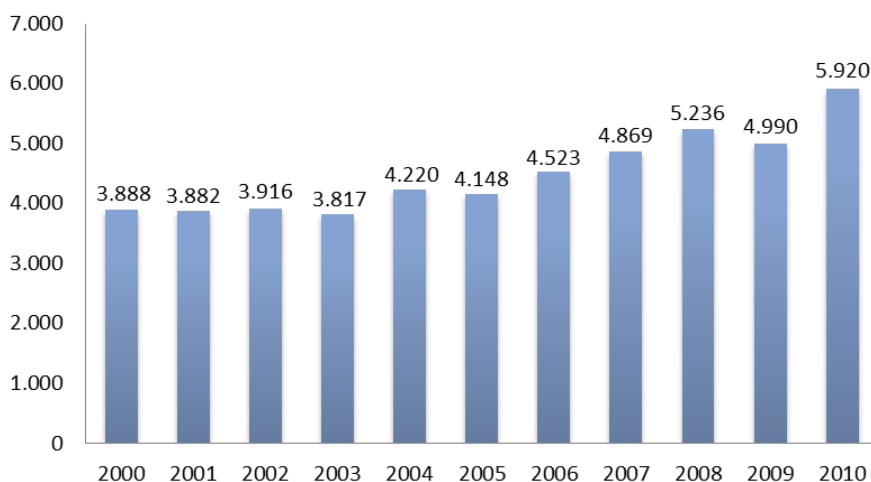
Cerca de 43% dos transformados plásticos produzidos no Brasil são empregados no segmento de embalagens, dos quais cerca de 60% das embalagens plásticas são consumidas pelo setor de alimentos.

Por sua vez, a competitividade da indústria de alimentos demanda e abre uma janela de oportunidades para inovações e desenvolvimento de novas aplicações em embalagens com base em mudanças nas características físico-químicas de polímeros, por meio de aditivos e formulações de compósitos (inclusive empregando, de forma crescente no mercado internacional, os nanocompósitos), que poderão colaborar com a redução de barreiras técnicas nas exportações de alimentos e obter novas parcelas de mercado.

No entanto, a introdução no mercado de inovações tecnológicas baseadas em nanotecnologia envolve, frequentemente em países desenvolvidos e inclusive entres os BRICS, um esforço no estabelecimento de uma Parceria Público-Privada (PPP), com a participação da indústria de transformados plásticos, fabricantes de bens de capital, investidores e o governo.

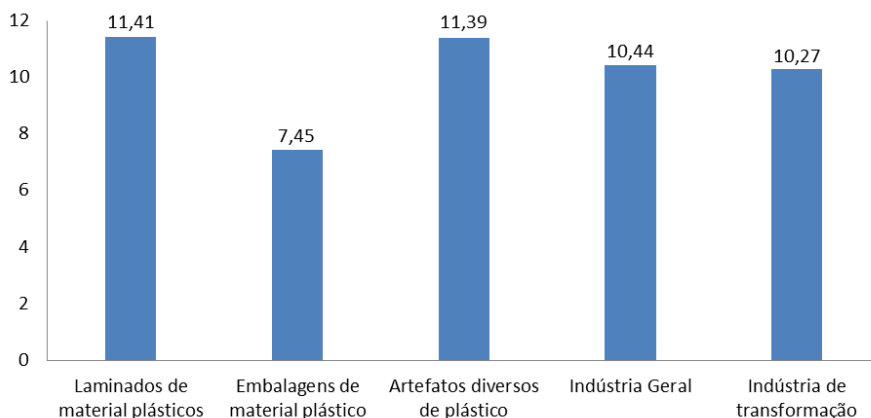


**Gráfico 10 - Produção de transformados plásticos 2000-2010
(em mil toneladas)**



Fonte: ABIPLAST (2011)

Gráfico 11 - Evolução do índice de produção física do setor de transformados plásticos acumulado 2009/2010

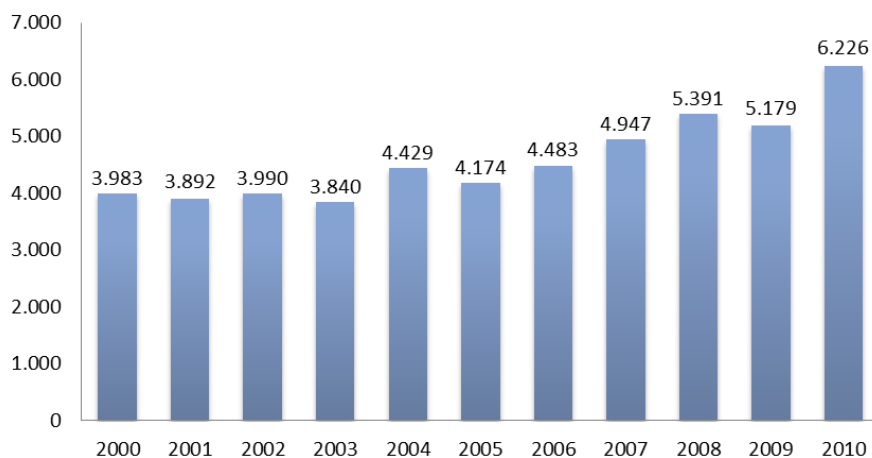


Fonte: ABIPLAST (2011)

Em 2000, o consumo per capita de plásticos no Brasil era da ordem de 22,6 kg/ano, em 2010 este se elevou, passando a ser cerca de 30,5 kg/ano. Nos países desenvolvidos, o consumo per capita é cerca de três vezes maior do que o brasileiro. Se os esperados ganhos de escala obtidos através da continuidade de integração das empresas do setor chegarem até o preço do consumidor final, é possível que haja um aumento da velocidade de crescimento do consumo per capita brasileiro.



**Gráfico 12 - Consumo aparente de transformados plásticos 2000-2010
(em mil toneladas)**

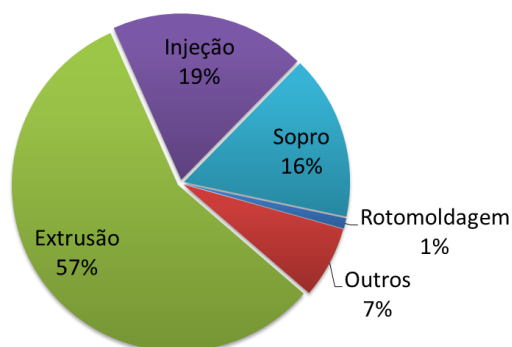


Fonte: ABIPLAST (2011)

3.5 PROCESSOS DE PRODUÇÃO DE EMBALAGENS

A extrusão é o processo mais comum na produção de plásticos (57%), seguida pelo processo de injeção (19%); sopro (16%); e outros processos como rotomoldagem, filmes stretch e shrink e termoformação (Gráfico 13).

Gráfico 13 - Segmentação do mercado de transformados plásticos por processo de produção

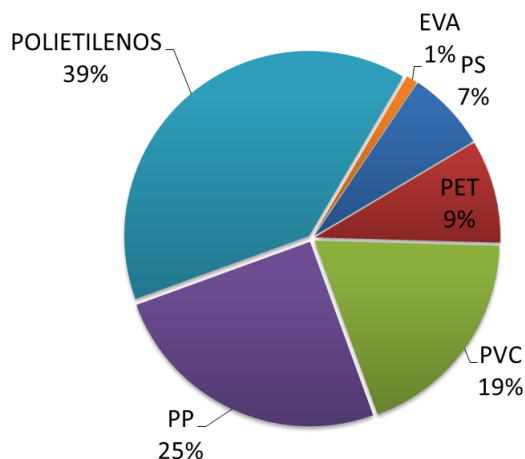


Fonte: ABIPLAST (2011)

A resina termoplástica que apresenta a maior participação de consumo (Gráfico 14) pela indústria de transformados plásticos é o polietileno (39%), seguido pelo PP (25%), PVC (19%), PET(9%), PS (7%) e EVA (1%). Na Figura 2 e Gráfico 14, verifica-se que essas resinas termoplásticas estão presentes na produção de embalagens para alimentos com aplicação em praticamente todos os processos de produção.



Gráfico 14 - Consumo aparente de resinas termoplásticas por tipo de resina



Fonte: ABIPLAST (2011)

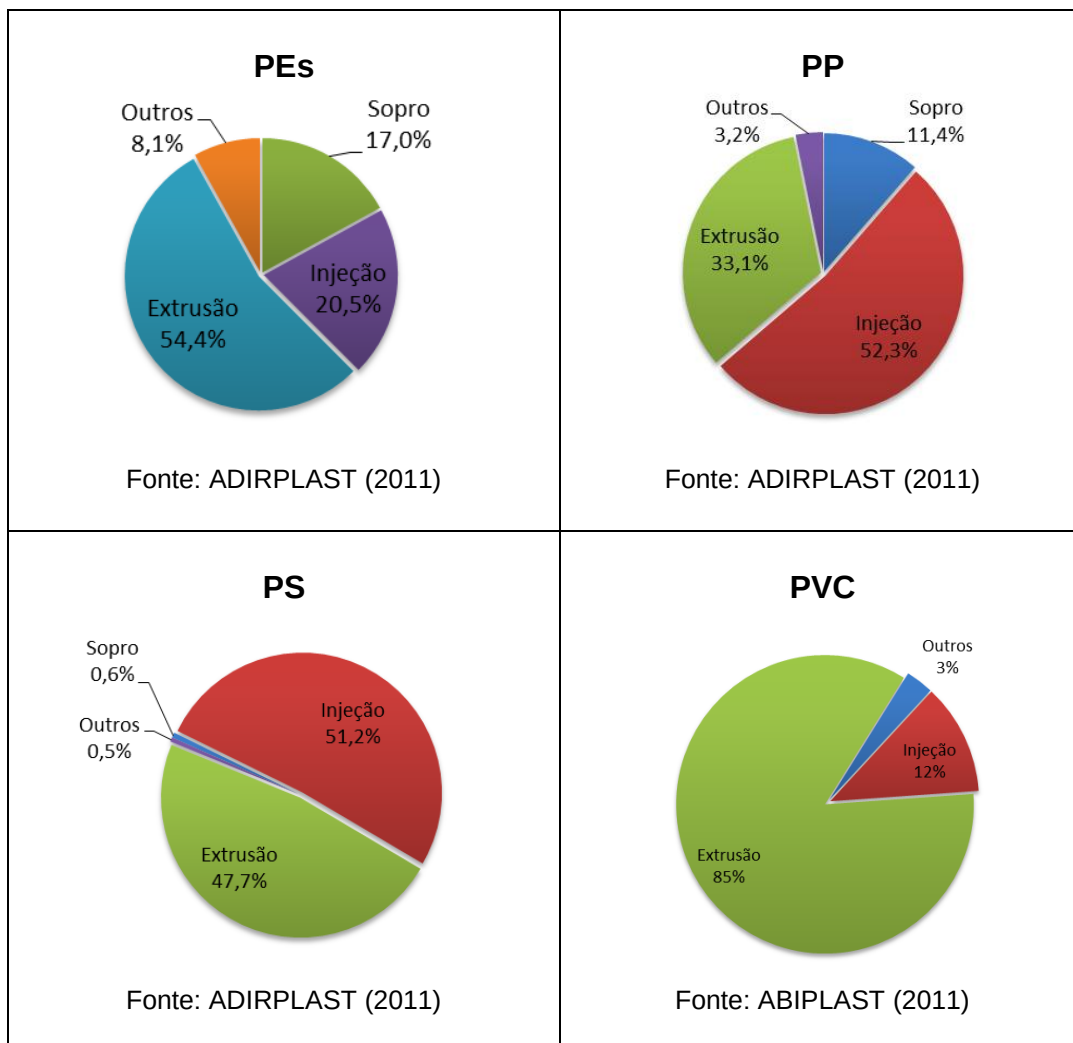
Figura 2 - Plásticos segundo os setores de aplicação e processos de transformação

Setores de aplicação	Processos de transformação					
	Extrusão	Injeção	Sopro	Rotomoldagem	Coextrusão	Termoformagem
Sacolas Sacos	PEs, PP, PVC					
Utensílios domésticos		PP, PEAD, OS, PVC, PET, PS	PP, PEAD, PS, PVC, PET			
Eletrrodomésticos		PS				
Automobilístico			PEAD, PP	PEAD		
Dutos Tubos	PVC, PEAD, PP					
Construção civil	PVC, PEAD, PP	PVC, PEAD, PP				
Embalagens Medicamentos		PEBD, EVA	PEAD			
Embalagens Alimentos/ Bebidas	PEBD, PEBDL	PS, PP, EVA	PET, PP, PEAD, PVC		PEBD, PEBDL, PEAD, PP, PET	PEAD, PS, PP
Embalagens Cosméticos		PEBD, EVA	PP, PEAD, PEBD, PVC, PET			

Fonte: O apoio do BNDES ao setor de transformados plásticos, BNDES Setorial 31, p. 99-146, 2010



Gráfico 15 - Segmentação do mercado de transformados plásticos por processo de produção / tipo de resina



No caso do PET, o processo por sopro representa 100% da segmentação do mercado por tipo de produção.

3.6 TERMOPLÁSTICOS PARA EMBALAGENS – SEGMENTAÇÃO DAS RESINAS

Existem cerca de doze materiais plásticos normalmente empregados em embalagens, que oferecem um amplo espectro de propriedades para atender determinadas necessidades. Os principais tipos de termoplásticos usados em embalagens plásticas são Polietilenos (alta densidade, baixa densidade e baixa densidade linear) (PEs); Polipropileno (PP); Poliestireno (PS); Policloreto de Vinila (PVC); Tereftalato de Polietileno (PET) e os Biopolímeros.



3.6.1 Polietilenos (alta densidade, baixa densidade e baixa densidade linear)

3.6.1.1 Polietileno de Alta Densidade (PEAD)

O PEAD É responsável por cerca de 24,8% da capacidade instalada da indústria de transformação de resinas termoplásticas. Está presente em embalagens para alimentos, produtos têxteis, cosméticos, embalagens descartáveis, tampas de refrigerante, potes para freezer e garrações de água mineral, além de brinquedos e eletrodomésticos, cerdas de vassoura e escovas, sacarias (revestimento e impermeabilização), fitas adesivas, entre outros.

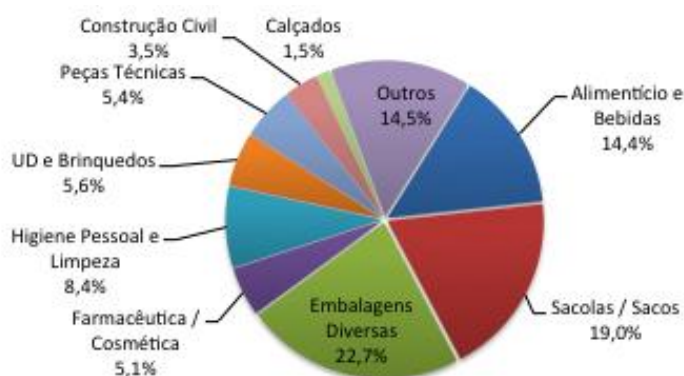
3.6.1.2 Polietileno de Baixa Densidade (PEBD e PEBDL)

O PEBD é bem mais flexível, além de leve, transparente e impermeável, o que o torna adequado na produção de filmes termoocontroláveis, como caixas para garrafas de refrigerante, fios e cabos para televisão e telefone, filmes de uso geral, sacaria industrial, tubos de irrigação, mangueiras, embalagens flexíveis, impermeabilização de papel (embalagens tetrapak), entre outros.

O copolímero PEBDL possibilita fios e películas mais finas, resistentes e recicláveis, que tendem a substituir o PEBD tradicional. É aplicado, principalmente, na produção de embalagens de alimentos, fraldas, absorventes higiênicos e sacaria industrial.

O PEBD e o PEBDL respondem, respectivamente, por cerca de 9,6% e 19,9% da capacidade instalada da indústria de transformação.

Gráfico 16 - Segmentação de mercado PEs



Fonte: ADIRPLAST (2011)



Tabela 2 - Capacidade instalada PEs (t/ano)

Empresa	Localização	Capacidade Instalada em 2010
BRASKEM	BA/RS/RJ/SP	3.035.000
QUATTOR	RJ/SP	(1)
Total		3.035.000

(1) Empresa incorporada pela Braskem em fevereiro de 2011
Fonte: Anuário da Indústria Química (2011)

Tabela 3 - Produção e vendas declaradas PEs (t/ano)

Ano	Produção	Vendas Internas	Vendas Externas
2007	2.398.138,60	1.589.463,00	778.747,20
2008	2.121.201,40	1.490.099,10	530.581,80
2009	2.285.612,00	1.501.990,30	902.758,00
2010	2.380.650,50	1.670.426,30	720.361,40

Fonte: Anuário da Indústria Química (2011)

Tabela 4 - Importação e exportação PEs (t/ano e US\$-FOB)

Ano	t	Importação (US\$1.000 fob)	t	Exportação (US\$1.000 fob)
2007	315.340,20	472.892,50	820.493,70	1.100.902,20
2008	433.192,70	764.991,20	591.283,70	940.198,50
2009	502.479,40	633.239,50	883.160,50	902.167,60
2010	662.901,70	928.971,10	763.947,40	1.011.391,30

Fonte: Anuário da Indústria Química (2011)

3.6.2 Polipropileno (PP)

Obtido do propeno (grau polímero), têm alta tensão de ruptura e baixa densidade, é particularmente adequado a filamentos e a fibras cortadas tipo rafia. Os copolímeros com 5 a 30% de eteno apresentam maior resistência a impacto e facilidade de moldagem, prestando-se a injeção de grandes peças e moldagem a sopro. É usado na produção de autopeças, eletroeletrônicos, caixas engradadas para hortifrutigranjeiros, embalagens para alimentos, produtos têxteis e cosméticos, tampas de refrigerante, potes para freezer e garrações de água mineral.



Em volume, é a principal resina termoplástica utilizada no Brasil. O aumento da quantidade de plásticos nos automóveis e a produção de não-tecidos para fraldas e absorventes higiênicos descartáveis podem explicar o elevado crescimento da demanda dessa resina.

O PP responde por cerca 22,8% da capacidade instalada da indústria de transformação.

Gráfico 17 - Segmentação de mercado PP



Fonte: ADIRPLAST (2011)

Tabela 5 - Capacidade instalada PP (t/ano)

Empresa	Localização	Capacidade Instalada em 2010
BRASKEM	BA/RS/RJ/SP	1.965.000
QUATTOR	RJ/SP	(1)
Total		1.965.000

(1) Empresa incorporada pela Braskem em fevereiro de 2011

Fonte: Anuário da Indústria Química (2011)

Tabela 6 - Produção e vendas declaradas PP (t/ano)

Ano	Produção	Vendas Internas	Vendas Externas
2007	1.239.389,00	1.054.620,00	231.332,80
2008	1.262.252,90	1.042.233,20	160.285,00
2009	1.485.531,00	1.164.005,00	420.457,00
2010	1.586.212,60	1.252.308,50	335.337,80

Fonte: Anuário da Indústria Química (2011)



Tabela 7 - Importação e exportação PP (t/ano e US\$-FOB)

Ano	t	Importação (US\$1.000 fob)	t	Exportação (US\$1.000 fob)
2007	166.243,60	254.472,60	245.144,90	328.371,90
2008	186.259,70	353.214,00	174.710,80	264.667,70
2009	179.429,00	226.348,20	419.738,00	416.061,10
2010	218.849,20	342.096,90	341.142,90	487.710,60

Fonte: Anuário da Indústria Química (2011)

3.6.3 Poliestireno (PS)

As principais características do PS são a impermeabilidade, rigidez, leveza e transparência. Foi o primeiro termoplástico, mas tende a ser substituído por poliolefinas, os quais são menos frágeis, mais compactas e possuem menor tempo de degradação. Entre as aplicações mais comuns do poliestireno (PS) destacam-se materiais diversos para embalagens e descartáveis (copos para café, iogurte, pratos, talheres), fabricação de peças internas de refrigeradores, caixas de CD's, componentes de eletrodomésticos e eletroeletrônicos (Electrolux e Multibrás são importantes consumidoras), aparelhos de barbear descartáveis e brinquedos.

Na indústria de transformação de plástico, o poliestireno responde por 6,8% (345 mil t em 2008) da demanda de resinas.

Gráfico 18 - Segmentação de mercado PS



Fonte: ADIRPLAST (2011)



Tabela 8 - Capacidade instalada PS (t/ano)

Empresa	Localização	Capacidade Instalada em 2010
DOW BRASIL	SP	(1)
INNOVA	RS	150.000
UNIGEL	SP	310.000
VIDEOLAR	AM	120.000
Total		580.000

(1) Unidade vendida para a Styron em abril de 2010 e adquirida pela Unigel em janeiro de 2011
Fonte: Anuário da Indústria Química (2011)

Tabela 9 - Produção e vendas declaradas (t/ano)

Ano	Produção	Vendas Internas	Vendas Externas
2007	376.471,40	331.258,60	36.640,90
2008	345.285,30	313.104,90	25.370,60
2009	361.994,90	335.922,10	33.675,90
2010	390.234,20	369.112,80	21.791,90

Fonte: Anuário da Indústria Química (2011)

Tabela 10 - Importação e exportação PS (t/ano e US\$-fob)

Ano	t	Importação (US\$1.000 fob)	t	Exportação (US\$1.000 fob)
2007	16.156,10	31.640,10	40.169,30	62.697,10
2008	18.209,40	36.231,30	26.475,20	47.229,20
2009	15.981,10	29.658,90	34.479,90	42.019,70
2010	20.383,30	40.915,80	26.014,60	39.970,20

Fonte: Anuário da Indústria Química (2011)



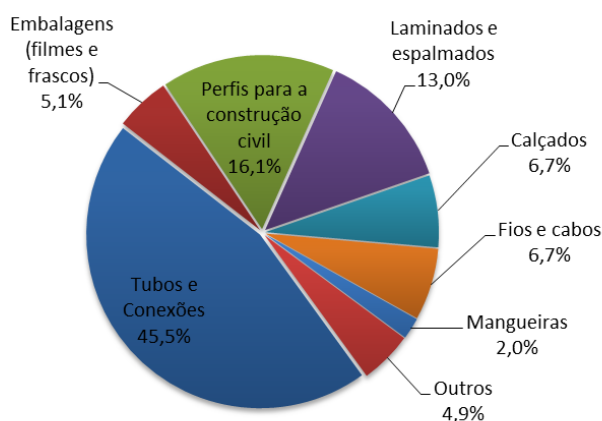
3.6.4 Policloreto de Vinila (PVC)

O PVC é particularmente resistente, mas seu processamento é difícil, pois precisa ser combinado a outros ingredientes (plastificantes, estabilizantes, lubrificantes, cargas, pigmentos) no produto final e é muito instável e viscoso. Em função disso, é utilizado por empresas de maior porte (Sansuy, etc.), com equipamentos e tecnologia mais complexos do que é típico em empresas processadoras de termoplásticos.

A demanda por PVC tem forte correlação com a construção civil, pois são utilizados principalmente em tubos, conexões, cabos elétricos, janelas, portas, esquadrias e cabos de energia. Também pode ser aplicado na fabricação de brinquedos, alguns tipos de tecido, chinelos, cartões de crédito, tubos para máquinas de lavar roupa e caixas de alimentos. No entanto, nos últimos anos tem sofrido maior concorrência das resinas de PEAD.

O Policloreto de Vinila representa cerca de 9,7% da capacidade instalada da indústria de transformação de plásticos, sendo sua oferta realizada pela Braskem (63%) e Solvay (37%).

Gráfico 19 - Segmentação de mercado PVC



Fonte: Instituto do PVC (2011)

Tabela 11 - Capacidade instalada PVC (t/ano)

Empresa	Localização	Capacidade Instalada em 2010
BRASKEM	BA/AL	510.000
SOLVAY INDUPA	SP	300.000*
Total		810.000

(*) Multipropósito

Fonte: Anuário da Indústria Química (2011)



Tabela 12 - Produção e vendas declaradas PVC (t/ano)

Ano	Produção	Vendas Internas	Vendas Externas
2007	686.463,00	679.120,00	43.212,00
2008	698.661,00	644.650,00	21.655,00
2009	689.488,00	664.259,00	42.009,00
2010	724.926,80	732.919,30	2.189,00

Fonte: Anuário da Indústria Química (2011)

Tabela 13 - Importação e exportação PVC (t/ano e US\$-fob)

Ano	t	Importação (US\$1.000 fob)	t	Exportação (US\$1.000 fob)
2007	176.793,30	188.695,00	58.844,80	64.569,10
2008	365.632,20	447.454,50	37.562,30	52.182,40
2009	285.766,90	269.883,30	52.553,50	40.399,00
2010	386.971,50	454.350,70	12.883,40	18.321,40

Fonte: Anuário da Indústria Química (2011)

3.6.5 Tereftalato de Polietileno (PET)

Da família dos poliésteres, produzido a partir da combinação do ácido tereftálico (PTA) com monoetilenoglicol (MEG), é transparente, inquebrável, impermeável e leve; reforçado com fibra de vidro, compete com PBT (polibutileno tereftalato), náilons e metais.

É utilizado, principalmente, na fabricação de garrafas de refrigerante e água mineral, embalagens para produtos alimentícios, como óleos e sucos, de limpeza, cosméticos e farmacêuticos. Também está presente em bandejas para microondas, filmes para áudio e vídeo, fibras têxteis, entre outros.

Com relação aos principais segmentos usuários da embalagem, o refrigerante lidera o ranking, com 61% de participação, seguido pela água, com 14%, e o óleo, com 13%. Este último, que aderiu mais recentemente às embalagens de PET, apresenta um crescimento acentuado – em 2005 tinha 7% de participação.



Tabela 14 - Segmentação de mercado PET

Aplicações	%	Aplicações
Vasilhames	100	Vasilhames
Total	100	Total

Fonte: Anuário da Indústria Química (2011)

Tabela 15 - Capacidade instalada PET (t/ano)

Empresa	Localização	Capacidade Instalada em 2010
M&G FIBRAS	MG/PE	(1)
M&G POLÍMEROS	PE	550.000
Total		550.000

(1) Empresa desativada em dezembro de 2010

Fonte: Anuário da Indústria Química (2011)

Tabela 16 - Produção e vendas declaradas PET (t/ano)

Ano	Produção	Vendas Internas	Vendas Externas
2007	384.338,00	304.382,10	48.349,00
2008	340.317,00	333.075,00	6.939,00
2009	375.569,00	314.037,00	74.858,00
2010	466.978,00	399.356,00	68.285,00

Fonte: Anuário da Indústria Química (2011)

Tabela 17 - Importação e exportação PET (t/ano e US\$-FOB)

Ano	t	Importação (US\$1.000 fob)	t	Exportação (US\$1.000 fob)
2007	112.033,40	154.084,02	52.378,60	73.003,50
2008	119.389,70	181.222,80	12.548,50	17.085,30
2009	146.858,40	165.100,70	92.751,20	106.213,60
2010	115.144,60	146.078,50	72.729,90	103.057,50

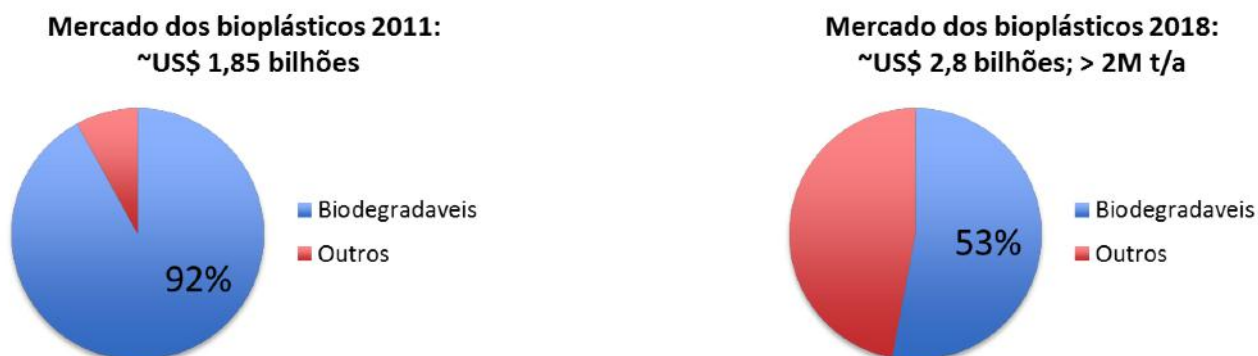
Fonte: Anuário da Indústria Química (2011)



3.6.6 Biopolímeros

Os biopolímeros são materiais poliméricos classificados estruturalmente como polissacarídeos, poliésteres ou poliamidas. A matéria-prima principal para sua manufatura é uma fonte de carbono renovável, geralmente um carboidrato derivado de plantios comerciais de larga escala como cana-de-açúcar, milho, batata, trigo e beterraba; ou um óleo vegetal extraído de soja, girassol, palma ou outra planta oleaginosa.

Gráfico 20 - Segmentação do mercado mundial dos Bioplásticos



Fonte: Plastemart, 2012

O potencial de substituição dos polímeros convencionais pelos bioplásticos é indicada pela literatura e mostrado no Gráfico 21 (CGEE, 2006).

Exemplos de aplicações correntes e em desenvolvimento para os bioplásticos estão reunidos na Tabela 18. Dentre as substituições, destacam-se as áreas de embalagens, descartáveis e fibras têxteis, mercados dominantes no consumo de termoplásticos.



Gráfico 21 - Potencial de substituição dos polímeros convencionais pelos bioplásticos

Materiais	PVC	PEAD	PEBD	PP	PS	PMMA	PA	PET		PC
Polímeros de amido	-	+	+	+	+	-	-	-		-
PLA	-	+	-	+	+	-	+	+		-
PTT	-	-	-	+	-	-	++	++		+
PBT	-	-	-	++	-	-	+	++		+
PHB	-	+	-	++	+	-	-	-		-
PHB/HHx	+	++	++	++	+	-	-	+		-

++ substituição completa;

+ substituição parcial;

- não substituição.

PVC: cloreto de polivinila

PEAD: polietileno de alta densidade

PEBD: polietileno de baixa densidade

PBT: polibutileno tereftalato

PP: polipropileno

PS: poliestireno

PMMA: polimetil metacrilato

PA: poliamida

PET: polietileno tereftalato

PC: policarbonato

Fonte: PRO-Bip, 2004

Tabela 18 - Aplicações de bioplásticos

Polímero	Aplicações
Amido Modificado e Amido-PCL	Embalagens: sacos; bandejas; talheres; filme para embrulhar. Agricultura: filme de recobrimento; vasos para mudas; encapsulação e agente de liberação de agroquímicos. Outros: uso na composição de pneus como enchimento (<i>filler</i>)
PLA	Embalagens: alimentos, óleos e produtos gordurosos. Fibras e tecidos: uso em interiores de automóveis; tapetes, carpetes, tecidos para roupas.
PTT	Embalagens: Fibras e filmes para embalagens; cordas. Fibras e tecidos: uso em interiores de automóveis; tapetes, carpetes, tecidos para roupas. Outros: fitas magnéticas; pisos de recobrimento; corpos de equipamentos eletrônicos.
PBT	Elétrico-eletrônico: isolamento em eletrodomésticos e relays; cabos de conexão; componentes para chaves e tomadas.
PBS e PBSA	Embalagens: sacos; frascos; filme para embrulhar. Agricultura: filme de recobrimento. Outros: plastificante para PVC.
PHB; PHB/HV E PHB/HHx	Embalagens: frascos para alimentos e produtos aquosos e gordurosos; artigos de descarte rápido; filmes para recobrimento de cartões. Agricultura: vasos para mudas; encapsulação e agente de liberação de agroquímicos. Outros: microcápsulas para liberação controlada de ativos; moldes para engenharia de tecidos; partes de fraldas e absorventes íntimos.

Fonte: CGEE, 2006



Tabela 19 - Capacidade instalada de bioplásticos (t/ano)

Tipo	Estados Unidos	Europa Ocidental	Japão	Outros	Total
PA	12.000	84.000	n.i.		96.000
PLA	140.000	n.i.	1.000		141.000
PAA (*)	15.000	10.000	4.400		29.400
PHA	1.100	100 (**)	100 (**)	50 (***)	1.350
Outros	5.450				5.450
Totais	173.550	94.100	5.500		273.150

(*) Excluindo a produção de polibutileno tereftalato (PBT) de cerca de 200.000 t/ano

(**) Valores estimados.

(***) Produção no Brasil.

Fonte: PRO-BIP, 2004



4 SELEÇÃO DA TECNOLOGIA E ESTUDO DO MERCADO

4.1 INTRODUÇÃO

Nesta seção são apresentadas informações do mercado de insumos nanométricos aplicados às embalagens plásticas. A seleção da tecnologia de nano insumos aplicados às embalagens plásticas é estabelecida com base em métodos de inteligência competitiva associados a um modelo de caracterização do nível tecnológico e de identificação de janelas de oportunidades proposto pela NanoBusiness®.

4.2 OS INSUMOS NANOMÉTRICOS PARA EMBALAGENS PLÁSTICAS

Os insumos nanométricos oferecem novas possibilidades para o melhoramento de materiais compósitos plásticos. Atualmente, estima-se que cerca de 500 produtos de embalagem em uso comercial possuem alguma nanotecnologia. Estima-se que o uso de materiais nanométricos para aperfeiçoamento de embalagens terá participação no processo de fabricação de 25% de todas as embalagens de alimentos dentro da próxima década (Reynolds, 2007).

Diferente dos insumos convencionais, os materiais nanocompósitos requerem apenas uma pequena quantidade de insumo nanométrico (menos de 10% em peso) para apresentar melhorias significativas em suas propriedades, por exemplo:

- Mecânica;
- Térmica;
- Elétrica;
- impermeabilidade para gases;
- estabilidade dimensional; e
- retardamento de chama.

Além disso, a adição de tais melhorias não interfere negativamente na densidade do compósito ou na transmissão de luz dos plásticos.

A Tabela 18, elaborada pela NanoBusiness® com base em artigos, patentes e pesquisa em produtos de embalagens existentes no mercado, apresenta uma lista exhaustiva de insumos nanométricos aplicados em embalagens, bem como os principais efeitos em suas propriedades.



Tabela 20 - Lista de insumos nanométricos e seus principais efeitos nas mudanças das propriedades em embalagens

	Propriedades mecânicas	Barreira oxigênio	Barreira água	Barreira luz	Durabilidade do plástico	Propriedades térmicas	Propriedades elétricas	Bactericida	Eliminador de oxigênio	Eliminador de CO ₂	Nanosensores	Indicador de vazamento	Imobilização de enzima	Detector de deterioração	Nanobarcodes RFID
Nano argilas e silicatos	+	+	+			+				+			+		
Nano argilas (Camada por camada)	++	++	++			++				+			+		
Nanotubo de carbono	++	+	+			++	++	+			+			+	+
Nano prata	+			+		+		++					+		
Nanopartícula de ouro										+					
Nano óxidos de silício	+	+	+									+			
Nano óxidos de titânio				+	+			+	+			+			
Nano óxidos de estanho											+				
Nano óxidos de alumínio	+			+											
Nano óxidos de zinco				+	+			+				+			
Nano óxidos de ferro				+					+	+	+				
Nano óxidos de cobalto								+				+			
Nano óxidos de magnésio								+							
Nano óxido de cobre								+							
Nano óxidos de zircônio															
Nano carbonatos de cálcio	+														
Nano quitin/quitosano	+	+	+					+					+		
Nano amidos	+	+	+												
Nanofibras de celulose	+	+	+			+									

Fonte: Elaboração própria com base em artigos, patentes e produtos comerciais de embalagens atualizado em Março 2012; +: o nano insumo leva uma melhoria significativa na propriedade; ++: o nano insumo é considerado como o padrão de ouro para obter a propriedade.



4.3 INTELIGÊNCIA TECNOLÓGICA

Com base em métodos e aplicativos avançados de inteligência tecnológica, foram avaliados dados relacionados à aplicação de nano insumos para embalagens de produtos da indústria de alimentos e bebidas, higiene e cuidados pessoais.

As fontes de informação incluem publicações acadêmicas, relatórios de mercado, *press releases*, patentes e noticiários da imprensa em geral. Os documentos analisados foram gerados entre os anos de 2000 e 2012. O período de análise desses documentos foi realizada entre 07/02/2012 e 14/02/2012.

As bases de dados consideradas congregam informação e dados dos instituições de marcas e patentes distribuídas no mundo:

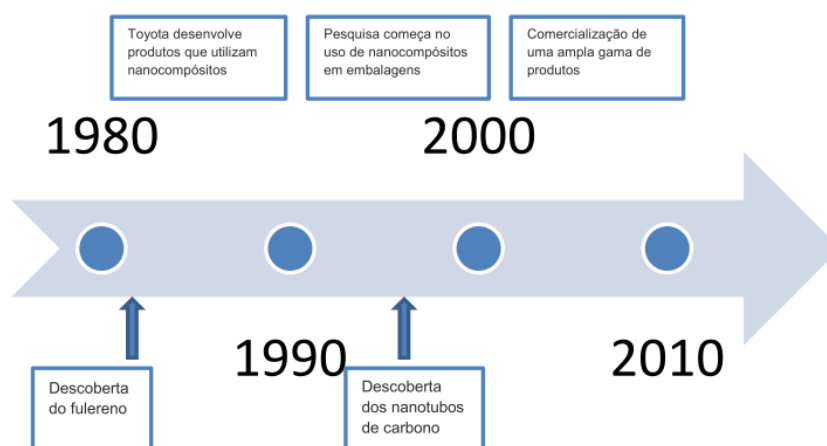
- Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), Brasil;
- European Patent Office (EPO), Europa;
- United States Patent Office (USPTO), Estados Unidos;
- Japan Patent Office (JPO), Japão; e
- World Intellectual Property Organization (WIPO), Organização Mundial.

Cabe ressaltar que, no caso das patentes, não são identificados os depósitos nos últimos 18 meses devido ao período de sigilo, prática respeitada por praticamente todos os países que possuem leis para os direitos de propriedade intelectual.

4.3.1 Resultado agregado

- 857 documentos de patentes foram encontrados, sendo destes documentos 174 famílias de patentes e 727 artigos científicos.
- Evidências da aparição da tecnologia em meados dos anos 90, porém ganhando um grande incremento de produção nos últimos 5 anos (a partir de 2007).

Figura 3 - Linha do tempo dos principais produtos de nanotecnologia



Fonte: Barnett, 2011



No estudo de inteligência tecnológica os tipos de embalagens foram classificados como:

Figura 4 - Classificação das embalagens

Caracterização tecnológica	Terminologias associadas
1. Materiais avançados incorporando nano-materiais para manter contato direto com alimentos com o objetivo de melhorar as funcionalidades de embalagem, tais como temperatura e umidade, estabilidade, flexibilidade e resistência;	• Propriedades mecânicas / mechanical properties • Barreira a oxigênio / oxygen barrier • Barreira à água / water barrier • Barreira à luz / Light barrier • Anti-envelhecimento e durabilidade / Anti-ageing e durability • Propriedades térmicas / thermal properties
2. Embalagens ativas (controle do ambiente interno, incluindo a interação com o alimento contido dentro);	• Bactericida / anti-bacterial • Eliminador de oxigênio / Oxygen scavenger • Eliminador de CO₂ / CO₂ scavenger • Eliminador de etileno / ethylene scavenger • Imobilização de enzima / enzyme immobilization
3. Embalagens inteligentes (incluindo funcionalidades como rastreamento e indicação de autenticidade)	• Nano sensores / nano sensors • Indicador de oxigênio ou de vazamento / oxygen or leakage indicators • RFID
4. Materiais biodegradáveis para embalagens.	• Nano celulose / nano cellulose • Nano amido / nano starch

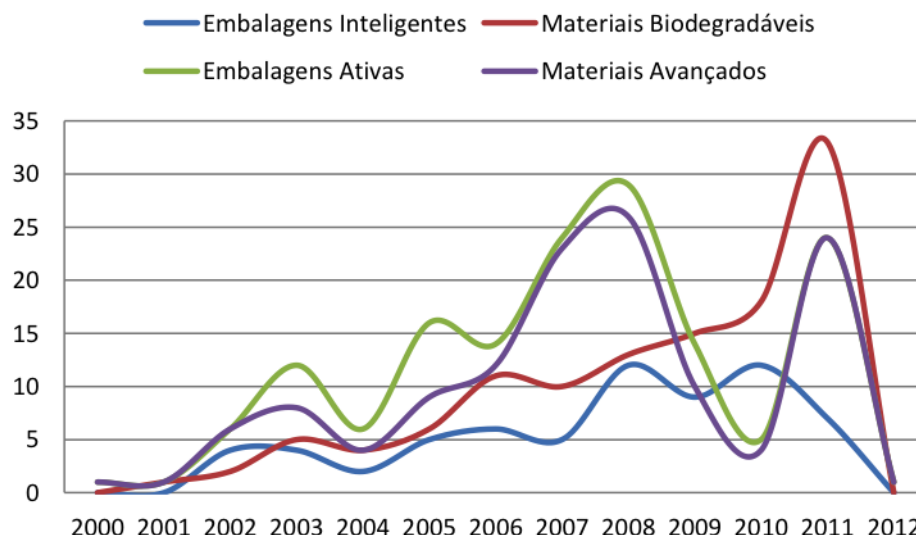
Fonte: NanoBusiness (2012)



4.3.2 Evolução Tecnológica

O indicador de Evolução Tecnológica tem como objetivo revelar o grau de maturidade de uma tecnologia a partir da intensidade do fluxo de informações gerados sobre o tema em estudo e ajuda a explicar o porquê do interesse pelo mesmo.

Gráfico 22 - Evolução tecnológica



Fonte: NanoBusiness (2012)

4.3.3 Análise da evolução tecnológica

Há uma grande associação entre Embalagens Avançadas e Embalagens Ativas, ou seja, a capacidade de um material servir como barreira/proteção de gases também possui forte integração com embalagens ativas responsáveis por eliminar, isoladamente ou não, gases como CO₂, O₂ e etileno.

A intensidade de publicações de pedidos de patentes referentes à Embalagens Inteligentes apresenta um crescimento estável a partir de 2001, porém sua relevância ou interesse patentário ainda demonstra ser baixo comparado com as embalagens Avançadas ou Ativas. As embalagens inteligentes responsáveis pela comunicação direta e indireta ao produtor/distribuidor/consumidor sobre as condições físicas e químicas de alimentos ou outros bens de consumo ainda possuem uma intensidade de baixa evolução. Comercialmente, as etiquetas ou "tags" de identificação por radiofrequências (RFID) poderiam conhecer um crescimento importante pelas melhorias em distância de emissão e diminuição de tamanho dos tags conferido pelo uso de nanotubo de carbono.

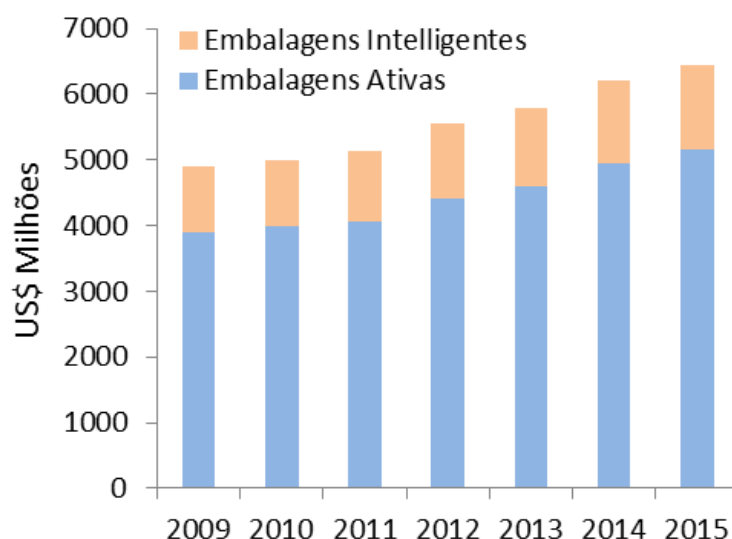
É possível também observar que as citações relativas aos materiais biodegradáveis apresentam uma evolução crescente de publicações de documentos de patente, mostrando o interesse crescente no uso de soluções baseadas em nanotecnologia para tornar suas propriedades mais adequada com seus usos.



4.3.4 Mercado das Embalagens Ativas e Inteligentes

Dados de mercado corroboram com a análise tecnológica mostrando que o mercado das embalagens ativas, além de ser mais maduro comparado com as embalagens inteligentes, apresenta um crescimento mais acentuado.

Gráfico 23 - Evolução do mercado de embalagens inteligentes e ativas



Fonte: Business Insights (2009)

O mercado de embalagens ativas deverá crescer cerca de 5,3% por ano entre 2009 e 2015 e o mercado de embalagens inteligentes cerca de 3,7%, principalmente devido aos investimentos necessários para o desenvolvimento de tecnologias inteligentes e o custo de integração e difusão.

A segurança alimentar, bem como a extensão do prazo de validade, terão um papel importante na condução da demanda por embalagens ativas e inteligentes para produtos alimentícios e bebidas (Raithatha, 2010).

4.3.5 Mapa tecnológico

Os mapas cartográficos são ferramentas gráficas que agrupam os documentos a partir da análise da informação contida nos documentos de patente. Este exame se baseia no estudo da correlação de terminologias. Com a visualização gerada é possível obter indicações relacionadas aos campos tecnológicos e tecnologias mais desenvolvidas.

Os pontos que aparecem no mapa são os documentos de patentes e, as linhas de contorno visam agrupar as diferentes tecnologias ou aplicações encontradas neste estudo, com base na correlação de conceitos tecnológicos descritos nos mesmos. Os documentos de patentes possuem maior grau de relação tecnológica quanto mais se encontram próximos entre si. A altura do contorno reflete a concentração dos documentos e consequentemente as áreas que oferecem maior avanço tecnológico.

Assim, é possível observar que os pontos brancos referentes aos nanocompósitos aplicados em embalagens para o setor de alimentos estão localizados nos dois principais grupos representados pelas circunferências em azul.

The map displays numerous polymer-related concepts and applications, organized into two main categories indicated by blue circles:

- Category 1 (Bottom Circle):** Includes "Antimicrobial Antioxidant Glazed Tiles," "Require Antimicrobial Antioxidant," "Clay Nanocomposite Polymer Functionality Chain," "Polymer Functionality Chain," "Coatings Crosslinked Elastic," "Impregnated Nanofiltration Reverse Osmosis Filtration," "Total Outer Layer Thickness," "Inkjet Printing," "Display Solid State Liquid Crystal," "Road Film Nonionic Surfactant Flocking," "Preparation Biopolymer Agriculture Presence Crosslinking," "Polysaccharide Drinks Tabletting Aid Capsule," "Purple Elastomer Rupture," and "Ion-exchanged Multiple Interlayer Multiple Interlayer Carbon Active Unexpected."
- Category 2 (Top Circle):** Includes "Repeat Widely Fresh Beverage Polyester," "Galvanic Corrosion Retort Treatment," "Paper Substrate Laminated Structure Food Nonfood Applications," "Mixture Swellable Layered Meltprocessable Matrix Sheet Preform Profile," "Polymer Clayorganic Carbon Carbon Meltprocessible Matrix," "Meter Day Atmosphere Carbon Nanotubes Carbon Radiation Energy Increase," "Lamellar Tubes Flow Solid Solid Bodies Bottles," "Scale Reinforcement Flat Panel Density On," "Mean Diameter Resin Silica Bead Ion Exchange," "Feed Film Quasi Obtained Low Radiation Production," "Casing Housing Barrier Improve Existing Barrier Barrier Stack," "Ethylene Vinyl Alcohol Applied," "Wine Save Exhibits Heat Seal Structure Beverages Wine Save," "Liquid Tight Heat Extern Liquid Nontail," and "Food Nonfood Products Ethylene Vinyl Alcohol Ethylene."

É possível observar que os pontos brancos referentes aos nanocompósitos aplicados em embalagens para o setor de alimentos estão localizados nos dois principais grupos representados pelas circunferências em azul.



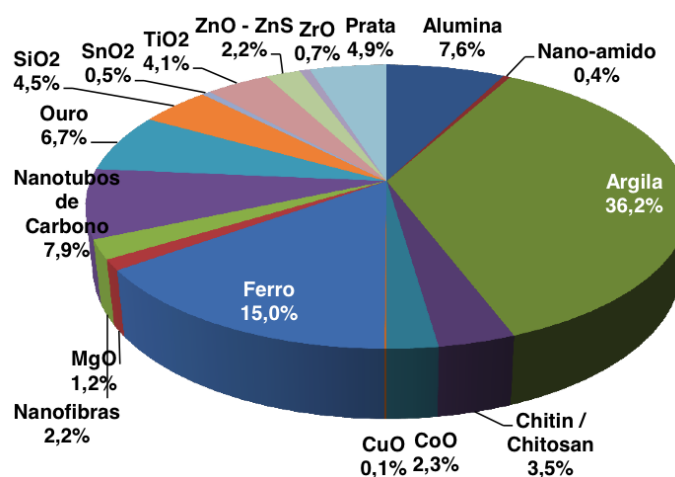
O grupo 1, localizado no extremo inferior da figura, apresenta os pontos brancos localizados nos topos das regiões sendo as terminologias associadas a argilas, polímeros e antioxidante e antimicrobiana.

Portanto, embora existam diversos nano-materiais aplicados em embalagens para alimentos, os mais comuns ou tecnologicamente maduros referem-se aos nanocompósitos de polímeros-argila.

4.3.6 Quantidade de citações de nano insumos em patentes

O estudo apresenta também uma análise quantitativa dos nano insumos empregados para desenvolvimento de embalagens elaborada com base em 1002 documentos de patentes.

Gráfico 24 - Quantidade de citações de nano insumos em patentes



Fonte: NanoBusiness (2012)

Observa-se, no Gráfico 24, que os três principais nano-insumos são a argila (36,2%), os óxidos (22,7%), os metais (11,7%) e os nanotubos de carbono (7,9%). É importante apontar que um documento pode citar mais de um nano-insumo.

4.3.7 Líderes tecnológicos

Existem muitas empresas e Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) que atuam no setor de nanotecnologia mundial, com mais de 2.000 empresas de nanotecnologia pesquisando e/ou fabricando nano-partículas. A embalagem é apenas uma das muitas aplicações para a nanotecnologia, com a maioria dessas 2.000 empresas concentrando-se em outras aplicações que vão desde medicamentos a eletrônica (Barnett, 2011).

Há relativamente poucas empresas dedicadas à produção de nano-materiais para embalagens. As empresas diretamente envolvidas podem ser amplamente divididas em dois grupos: os fabricantes de resinas plásticas, e os fabricantes de aditivos para a indústria de plásticos (Barnett, 2011).

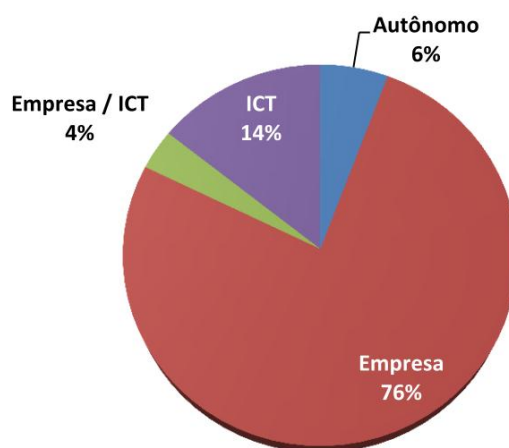


4.3.7.1 Análise dos líderes tecnológicos

Observou-se que aproximadamente 77% dos titulares/requerentes possuem somente uma invenção, 22% dos titulares possuem entre duas a cinco invenções, e apenas 1% dos titulares possuem mais de cinco invenções ou patentes publicadas no mundo.

A análise indica que ainda não há um domínio de desenvolvimento tecnológico e, conseqüentemente, uma concentração de mercado por parte de requerentes/titulares sobre produtos que incorporam nanotecnologias aplicadas em embalagens.

Gráfico 25 - Natureza dos requerentes / titulares



Total: 184 Invenções e 855 patentes
Fonte: NanoBusiness (2012)

As atividades de P&D estão concentradas em empresas (76%), o que indica que as soluções apresentadas possuem um grau maior de maturidade já passível de aplicação industrial por meio do desenvolvimento de produto e exploração comercial.

Logo, é possível pressupor que o desafio tecnológico esteja também associado à capacidade das empresas de desenvolverem produtos com nanotecnologias oferecendo uma relação custo/benefício aceitável para o consumidor.

Vale também destacar a participação de ICTs (14%), inclusive em projetos conjuntos com empresas (4%), o que indica existirem atividades de pesquisa aplicadas para o setor em estudo.

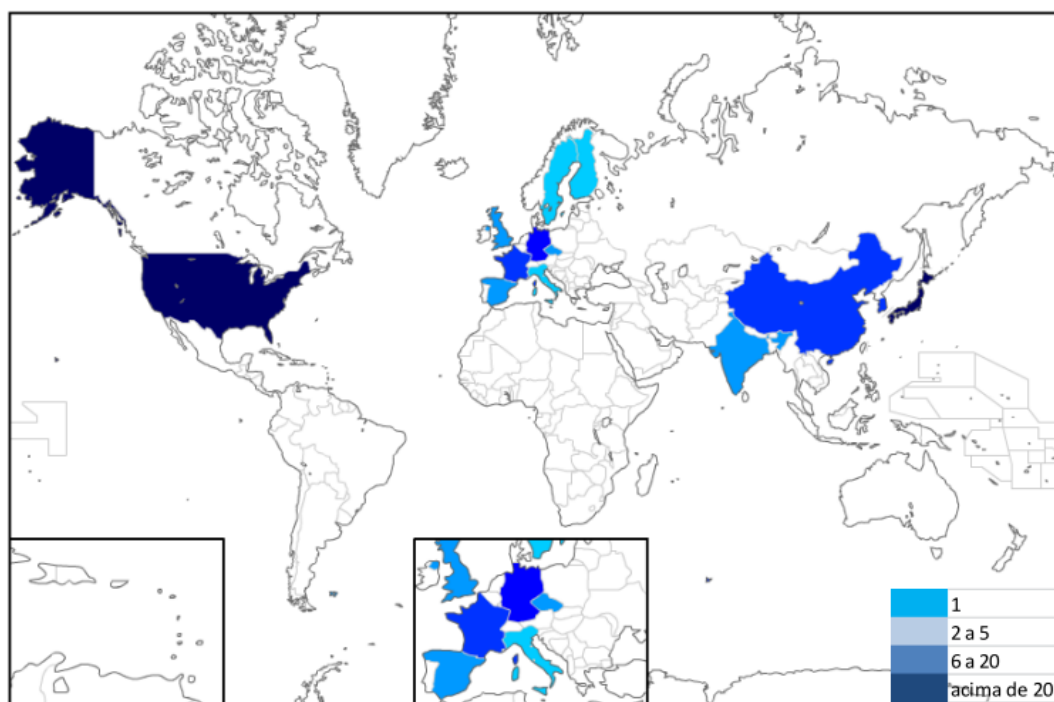


4.3.8 Estudo da Informação tecnológica – Ambiente de mercado

4.3.8.1 Estratégia Geográfica

O indicador de Estratégia Geográfica tem como objetivo analisar as principais regiões e/ou países responsáveis pela geração de conhecimento e consequentemente, a origem das invenções, bem como os organismos de publicação empregados para proteção o que permite identificar o interesse comercial em mercados comuns e distintos.

Figura 6 - Países e regiões geradoras de conhecimento

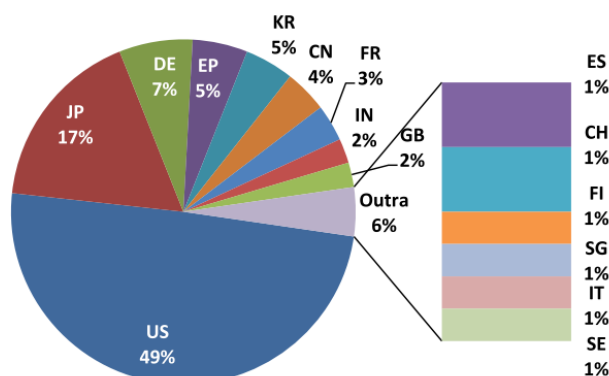


Fonte: NanoBusiness (2012)

Regiões geradoras de conhecimento e invenções, indicam os países ou regiões que, dentro do estudo considerado, mais têm contribuído para os avanços tecnológicos associados aos nano-materiais para embalagens e consequentemente, os mais importantes ao nível da P&D nesta linha de pesquisa.



Gráfico 26 - Países e regiões geradoras de conhecimento



Fonte: NanoBusiness (2012)

Após análise das regiões geradoras de conhecimento e invenções e partindo do princípio que a escolha dos países designados, na seleção de patentes em estudo, corresponde aos países mais importantes na área tecnológica de interesse, podemos verificar que soluções associadas ao desenvolvimento de nano-materiais para embalagens estão concentradas em três países como principais geradores de conhecimento: os Estados Unidos e o Japão, com respectivamente 86 e 30 invenções, que correspondem a 67% do total das invenções em 2012, seguido da Alemanha com uma participação equivalente de respectivamente 6,9% do total de invenções conforme aponta o Gráfico 26 – Países e regiões geradoras de conhecimento.

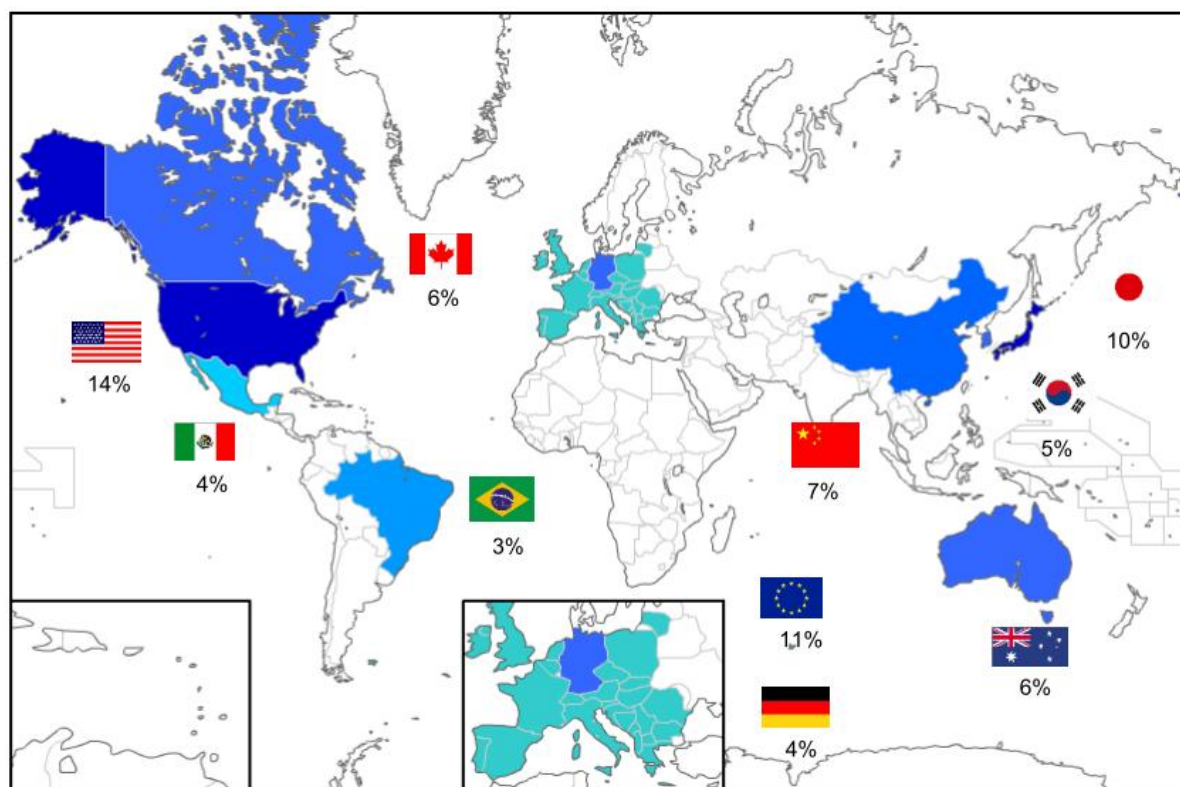
É interessante observar que os EUA estão na vanguarda do uso da tecnologia atual, enquanto na Europa a tecnologia é menos generalizada e tem experimentado um crescimento mais lento, devido principalmente às restrições legislativas, medos de efeitos nocivos a longo prazo, e uma relutância e falta de conhecimento dos consumidores. Embora a União Européia tenha criado diversas iniciativas de pesquisa e grupos de discussão sobre o assunto, atuais aplicações de tecnologia comerciais continuam a ser relativamente limitadas (Barnett, 2011).

4.3.8.2 Principais mercados de interesse

Atentando para o mercado pela geografia, foram feitas estimativas sobre o tamanho do mercado por região. A empresa de consultoria Innovative Research and Products Inc. (IRAP) sugere a região da Ásia-Pacífico, especificamente o Japão, como o líder em nanotecnologia para alimentos e embalagens ativas de bebidas, com 45% do mercado (Barnett, 2011).



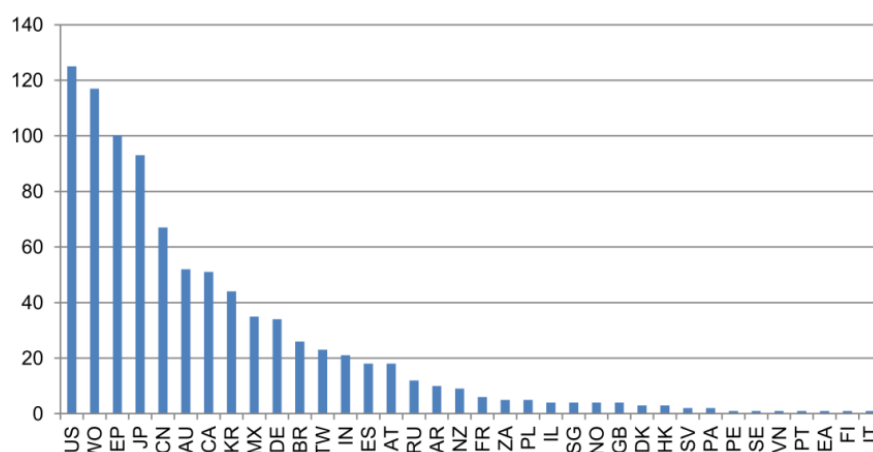
Figura 7 - Principais mercados de interesse



Fonte: NanoBusiness (2012)

Olhando para o número de pedidos de patente depositados nos principais mercados de interesse sugere-se que os EUA são muito mais ativos nessa área do que em outros países, com 14% de destino dos documentos de patentes. União Européia e Japão correspondem aproximadamente a 11% e 10%, respectivamente, dos documentos de patente. Demais países de interesse são a China, Austrália, Coreia, Brasil, Canadá e México. Isto não significa necessariamente que estas patentes são utilizadas em produtos comerciais, mas dá uma indicação do interesse em relação com a região no desenvolvimento de nano-materiais

Gráfico 27 - Organismos de publicação



Fonte: NanoBusiness (2012)



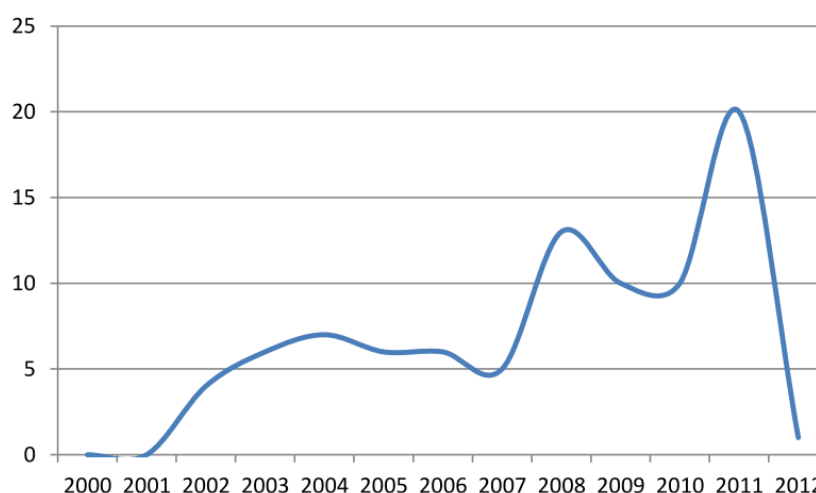
Essa divisão geográfica em pedidos de patentes, com um viés para os EUA, também é vista na divisão regional de lançamentos de produtos com alegações de nano compósitos. Dados do Projeto de Tecnologias Emergentes sugerem que os EUA representem a maior parte desses produtos no mercado, à frente da Europa e da Ásia Oriental.

No que tange aos organismos de publicação, os Estados Unidos, Japão e União Europeia são os principais destinos das publicações de documentos de patentes (depositadas e concedidas).

4.3.8.3 Informação tecnológica – Brasil

O presente estudo também teve como objetivo analisar os documentos de patentes depositados no Brasil referentes aos nano-compósitos. A estratégia de busca não envolveu terminologias que pudessem estar associadas às embalagens para alimentos e bebidas.

Gráfico 28 - Evolução tecnológica



Fonte: NanoBusiness (2012)

É possível observar, no Gráfico 28, uma modesta intensidade de publicações de patentes durante a primeira metade da década de 2000, assim como um crescimento mais intenso nos últimos cinco anos com pico de publicações em 2011.

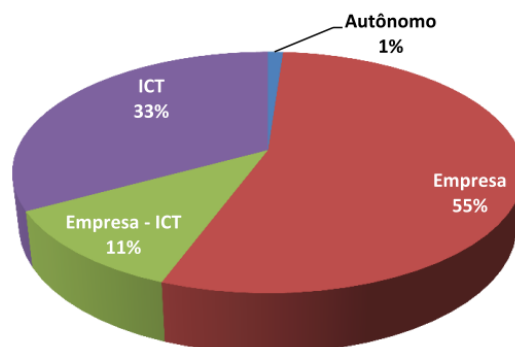
4.3.8.4 Titulares / requerentes com seu número de invenções

Um ponto importante para ressaltar refere-se ao fato de que documentos de patentes que envolvem a participação de ICTs representam cerca de 44%, um valor expressivo que aponta que os nano-compósitos ainda estão em fase de pesquisa básica e aplicada no país.

Este entendimento é reforçado pelo fato de que entre as empresas que possuem publicações de patentes relacionadas aos nano-compósitos somente 27% são nacionais. As demais 73% pertencem a empresas fora do país que já possuem tradição no desenvolvimento tecnológico e produtivo destes nano-insumos.



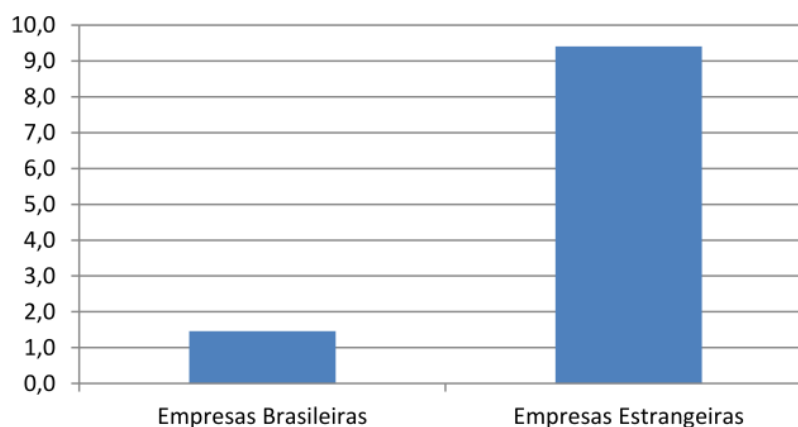
Gráfico 29 - Natureza dos titulares/requerentes no Brasil



Fonte: NanoBusiness (2012)

Além disso, as empresas brasileiras possuem uma média baixa de extensões para outros países (1,5), enquanto as empresas estrangeiras, por sua vez, possuem uma média de 9,4 países.

Gráfico 30 - Média de extensões de documentos de patentes para países de interesse



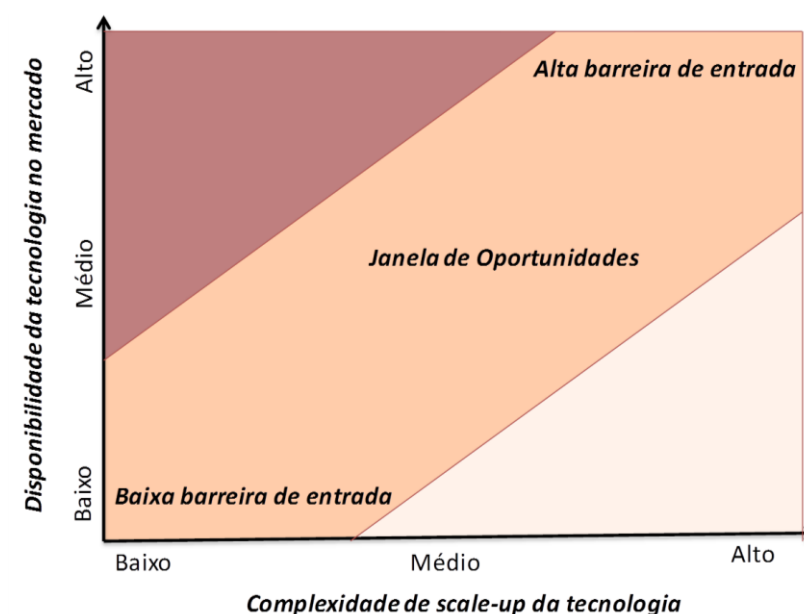
Fonte: NanoBusiness (2012)



4.4 CONCLUSÃO SOBRE OS RESULTADOS DA INTELIGÊNCIA TECNOLÓGICA E DA ANÁLISE DO MERCADO MUNDIAL DE NANO INSUMO

Para concluir a etapa de seleção da tecnologia, foi elaborado pela NanoBusiness® um modelo de caracterização do nível tecnológico e de identificação de janelas de oportunidades. Esse modelo, Figura 8, apresenta a relação da disponibilidade no mercado de uma tecnologia em função da sua complexidade de *scale-up*. A partir desse modelo, foi possível mapear, identificar janelas de oportunidades e selecionar tecnologias que façam sentido para o mercado brasileiro. Além da seleção das tecnologias para realização do estudo de viabilidade, foi possível estabelecer uma classificação taxológica dos insumos nanométricos aplicados em embalagens plásticas.

Figura 8 - Modelo de caracterização do nível tecnológico e de identificação de janelas de oportunidades



Fonte: NanoBusiness (2012)

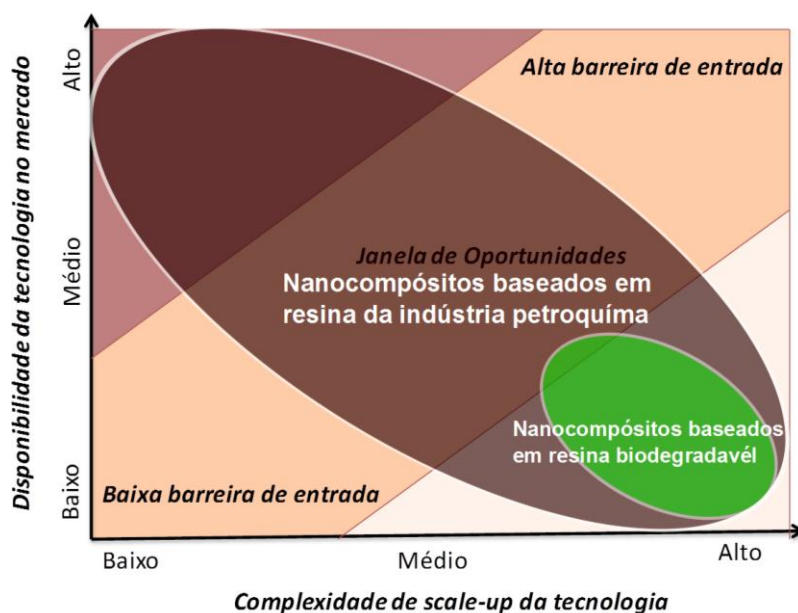


4.4.1 Classificação dos tipos de resinas

Os nanocompósitos podem ser classificados em duas famílias:

- Os nanocompósitos baseados em resina da indústria petroquímica (PE, PP, PVC, PET etc.)
- Os nanocompósitos baseados em resina biodegradável (PLA, celulose, amido de milho etc.)

Figura 9 - Disponibilidade dos nanocompósitos em função da natureza da sua resina



Fonte: NanoBusiness (2012)

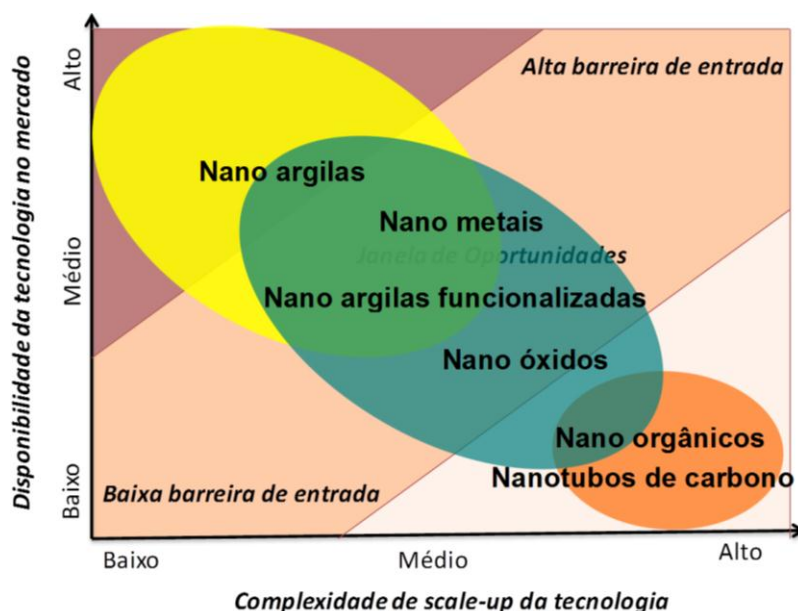
Os nanocompósitos baseados em resina da indústria petroquímica já estão disponíveis no mercado e seu nível de disponibilidade no mercado depende da complexidade de *scale-up* das tecnologias associadas. Os nanocompósitos baseados em resina biodegradável não estão difundidos no mercado e suas propriedades são ainda inferiores quando comparados aos nanocompósitos baseados em resina da indústria petroquímica.



4.4.2 Classificação dos nano insumos

Destacam-se no mercado algumas famílias de nano insumos que podem ser classificadas usando o seguinte modelo:

Figura 10 - Disponibilidade dos nanocompósitos em função do nano insumo usado



Fonte: NanoBusiness (2012)

As nano argilas são os nano insumos mais abundantes no mercado devido a sua tecnologia de produção que permite um preço relativamente baixo. Uma de suas complexidades de *scale-up* advém do tipo de argila precursora utilizada, sendo a argila montmorilonita, de elevada pureza, o precursor mais barato e fácil de processar.

Com uma complexidade tecnológica média, estão atualmente disponíveis no mercado novas famílias de nano insumos: nanometais (ex.: nano prata), nano óxidos (ex.: nano sílica, nano alumina, nano titânia etc.) e nano argilas funcionalizadas (ex: com prata, ferro etc.).

Com alta complexidade de *scale-up*, encontramos os nanotubos de carbono. O preço em função desta complexidade, faz com que esses nano insumos tenham um volume de produção relativamente pequeno. Seu mercado alvo se situa em produtos de alto valor agregado.

Os nano orgânicos (ex.: nano celulose, nano amido etc.) ainda não são produzidos em larga escala, embora suas propriedades de biocompatibilidade recebam uma atenção particular.



5 ANÁLISE DA DEMANDA

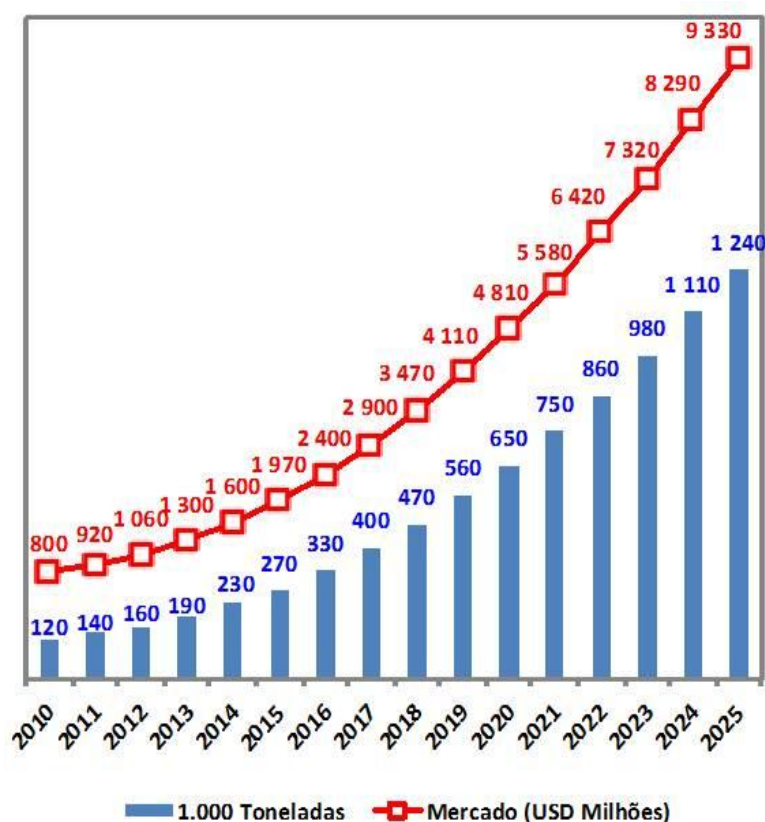
5.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo é apresentada uma visão geral do mercado de nanocompósitos e nanoinsumos aplicados ao setor de embalagens plásticas, bem como uma estimativa parametrizada da demanda por insumos nanométricos. Para validar a estimativa da demanda, os resultados obtidos pela inteligência competitiva e caracterização do nível tecnológico foram apresentados para a indústria de transformação de plásticos em um Workshop realizado na Abiplast - Associação Brasileira da Indústria do Plástico, no dia 20 de março de 2012. O resultado do Workshop também é apresentado nesse capítulo.

5.2 MERCADO MUNDIAL DE NANO COMPÓSITOS

Em 2010, o consumo global de nanocompósitos foi de cerca de 120.000 toneladas com um valor de mais de US\$ 800 milhões, podendo chegar a 138.389 toneladas e US\$ 920 milhões em 2011. Em 2016, o mercado deverá atingir cerca de 330.000 toneladas e US\$ 2,4 bilhões a uma taxa de crescimento anual composta (CAGR – 5 anos) de 19,2% em termos de unidades e 20,9% em termos de valor (BCCResearch, 2012). Com base nos dados apresentados, foi elaborada uma previsão da evolução do consumo e do mercado mundial dos nanocompósitos, Gráfico 31.

Gráfico 31 - Evolução do consumo e do mercado mundial dos nano compósitos.



Fonte: Elaboração própria a partir de diversas pesquisas e BCCResearch (2012)



As embalagem representaram 19% do mercado dos nano compósitos em 2005, tendo alcançado 28% em 2011 (BCCResearch, 2006). Segundo o relatório de estudo de mercado realizado pela consultoria Helmut Kaiser em 2007, o número de embalagens para alimentos contendo nano insumos aumentou de menos de 40 em 2002 para mais de 400 em 2006.

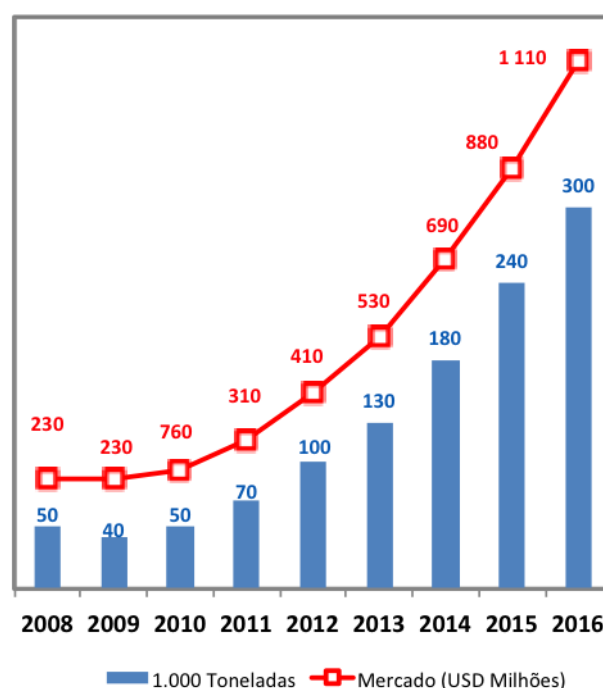
5.2.1 Mercado mundial de nano argila

Em 2010, os nano compósitos de argila foram responsáveis por mais de 50% do consumo total de nanocompósitos em valor, enquanto em 2005 sua participação era de apenas 24%. Em 2016, sua participação deverá aumentar para cerca de 58%. (BCCResearch, 2012).

Nano argilas têm um vasto potencial comercial na indústria de embalagens devido ao seu custo-benefício. Estes insumos foram os primeiros nanocompósitos a chegarem ao mercado de embalagens e são responsáveis por cerca de 70% dos nanomateriais comerciais (Royal Society of Chemistry, Nanotechnologies in Food, 2010), devido à sua estrutura natural de várias camadas que fornece uma proteção ótima para permeação de gases. As nano argilas são capazes de serem empregadas com materiais padronizados para melhorar a qualidade da embalagem tornando-as mais resistentes, flexíveis e impermeáveis. Em 2011, 44% da produção de nanoargila foi destinada para o setor de embalagem (BCCResearch, 2012)

De modo geral, o mercado de nano argila encontra-se consolidado no mundo e, mais recentemente, as nano argilas avançadas/funcionalizadas tem ganhado cada vez mais atenção na indústria devido à presença de novas propriedades como bactericida e eliminador de oxigênio.

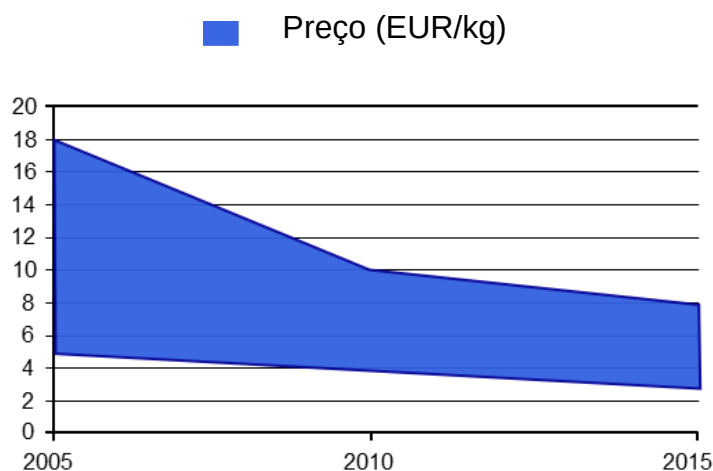
Gráfico 32 - Evolução do consumo e do mercado dos nanocompósitos baseados em nano argila.



Fonte: Elaboração própria a partir de diversas pesquisas e BCCResearch (2012)



Gráfico 33 - Evolução de preço de nano argila (montmorilonita)



Fonte: Willems & van den Wildenberg - Roadmap Report on Nanoparticles - November 2005

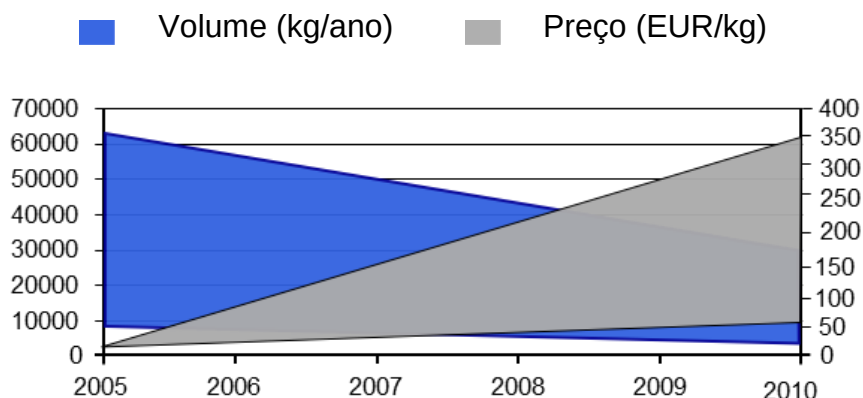
5.2.2 Mercado mundial de nano prata

Segundo Mueller and Nowack, a produção global de nano prata teria alcançado 500 t/a em 2008, com 28% (140 t/a) de sua produção destinada a aplicações para conferir propriedade bactericida. Segundo previsões do Silver Institute Report (2011), o uso de nano prata em bens de embalagem e higiene irá gerar uma demanda de 124,4 toneladas de prata durante os próximos cinco anos. O preço médio da nano prata no mercado é cerca de USD\$ 80.000/tonelada (Willems & van den Wildenberg - Roadmap Report on Nanoparticles – Novembro 2005).

5.2.3 Mercado mundial de nano óxidos

Os nano óxidos mais importantes comercialmente são os óxidos de metais simples, como sílica (SiO_2), titânia (TiO_2), alumina (Al_2O_3), óxido de ferro (Fe_3O_4 , Fe_2O_3), óxido de zinco (ZnO) e zircônia (ZrO_2). No Gráfico 34 temos a expectativa do preço médio desses nano óxidos

Gráfico 34 - Expectativa do preço e do mercado mundial dos nano óxidos



Fonte: Willems & van den Wildenberg - Roadmap Report on Nanoparticles - November 2005.



5.2.4 Mercado mundial de nanotubos de carbono

Os compósitos de nanotubos de carbono (NTC) foram responsáveis por 21% do total do consumo de nanocompósitos em 2010, mas sua participação no mercado deve cair para 16% em 2016 (BCCResearch, 2012).

O preço do NTC caiu substancialmente, de mais de US\$ 150/g em 2000 para menos de US\$ 50/g atualmente (2010).

Os líderes globais, são:

- Arkema Group (França) – produção 400 t/a, início da produção: 2011;
- Bayer AG (Alemanha) – produção 200 t/a; e
- ShowaDenko K.K. (Japão) – produção 400 t/a.

Os NTC não estão sendo utilizados na indústria de embalagens plásticas por terem um custo incompatível com os produtos de baixo valor agregado característicos do setor. Contudo, encontram-se em protótipos de RFID para embalagens, nos quais a quantidade necessária reduzida não inviabiliza o produto.

5.2.5 Resumo sobre o mercado mundial de nano insumo

A nanotecnologia já está sendo utilizada atualmente nas embalagens plásticas ao redor do mundo com um mercado superior a US\$ 250 milhões em 2011.

Dentre os nano insumos utilizados, destaca-se a nano argila com uma participação no mercado de cerca de 70% em volume. Isto se deve a seu baixo custo que permite trazer melhorias às embalagens sem comprometer os custos de produção.

As nano argilas avançadas/funcionalizadas vem ganhando cada vez mais atenção na indústria devido a presença de novas propriedades: bactericida e eliminador de oxigênio.

Embora seja menos utilizada, a nano prata também pode ser encontrada em embalagens por sua propriedade bactericida.

Conforme as fontes utilizadas neste estudo, os nanotubos de carbono não estão sendo utilizados na indústria de embalagens plásticas, exceto em embalagens da indústria asiática de componentes eletrônicos.

A utilização de nano argila como insumo nanométrico para aperfeiçoamento de embalagens plásticas está presente nos casos de sucesso de empresas competitivas localizadas em países responsáveis pela geração de conhecimento e líderes na produção de patentes e produtos inovadores.



5.3 METODOLOGIA DA ANÁLISE DA DEMANDA

A metodologia utilizada nessa fase do estudo de viabilidade foi baseada em estimativas parametrizadas da demanda por insumos nanométricos para embalagens plásticas. Essa estimativa foi validada em um Workshop realizado no dia 20 de março de 2012 na Abiplast - Associação Brasileira da Indústria do Plástico. A coleta de informações para validação da estimativa da demanda foi baseada em um questionário elaborado com base nos resultados gerados pela inteligência tecnológica. Durante o Workshop foram apresentados estudos de casos de sucesso de insumos nanométricos para embalagens plásticas, bem como suas características técnicas e benefícios potenciais para cadeia produtiva do setor de embalagens plásticas.

5.4 ESTIMATIVA DE DEMANDA

Segundo a ABIQUIM/Coplast (2011), a demanda pelas principais resinas termoplásticas é apresentada na Tabela 21.

Tabela 21 - Volume da demanda das principais resinas termoplásticas em 2011.

Resina	Volume (t)
Polipropileno	2.758.213
PET	1.238.976
Polietilenos	3.551.159
Policloreto de vinila	1.348.346
Poliestireno	528.285

Desse volume, o setor de alimentos e bebidas consome cerca de 2,3 milhões, como detalhado na Tabela 22.

Tabela 22 - Segmentação do volume da demanda das principais resinas termoplásticas utilizadas no setor de alimentos e bebidas em 2011

Resina	Porcentagem da demanda nas resinas	Volume (t)
Polipropileno	17%	466.138
PET	100%	1.238.976
Polietilenos	14%	507.816
Policloreto de vinila	0%	0
Poliestireno	22%	116.223
TOTAL		2.329.152

Fonte: Adirplast, 2010



Em 2011, o mercado mundial dos nanocompósitos para embalagens (US\$ 257 milhões) representou 0,14% do valor do mercado mundial das embalagens plásticas (BCC Research 2012 e Visiongain 2011).

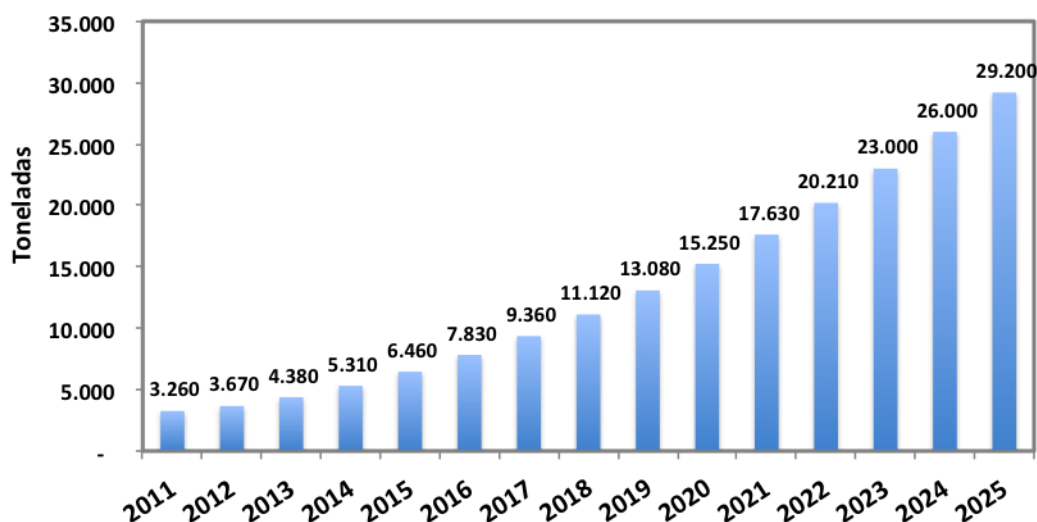
Neste estudo foi assumida a hipótese de que essa porcentagem também se aplica para o volume de vendas considerando que o preço dos nanocompósitos devem ser similares aos das resinas convencionais (para tornar-se economicamente viável).

Aplicando esse valor ao caso brasileiro em 2011, foi estimado um total de **3.260 toneladas** de demanda potencial por nanocompósitos no setor de embalagens para alimentos no Brasil em 2011.

Considerando que o valor típico em porcentagem de nano carga em um nanocompósito é de 5% em peso, a demanda estimada de nano insumo em 2011 foi de **163 toneladas**. Esse valor representa o potencial de consumo em 2011.

Considerando que a evolução do consumo brasileiro segue a evolução do consumo mundial em nanocompósito, construiu-se uma expectativa de evolução do consumo brasileiro em nanocompósitos (Gráfico 35).

Gráfico 35 - Expectativa da evolução do consumo brasileiro de nanocompósitos

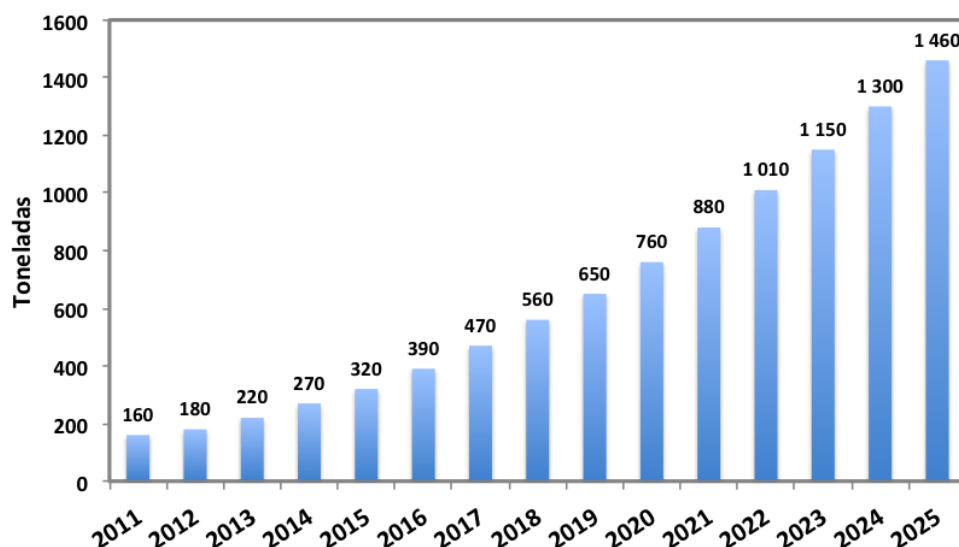


Fonte: NanoBusiness (2012)

Considerando que o valor típico em porcentagem de nano carga em um nanocompósito é de 5% em peso, construiu-se uma evolução da demanda estimada de nano insumo (Gráfico 36).



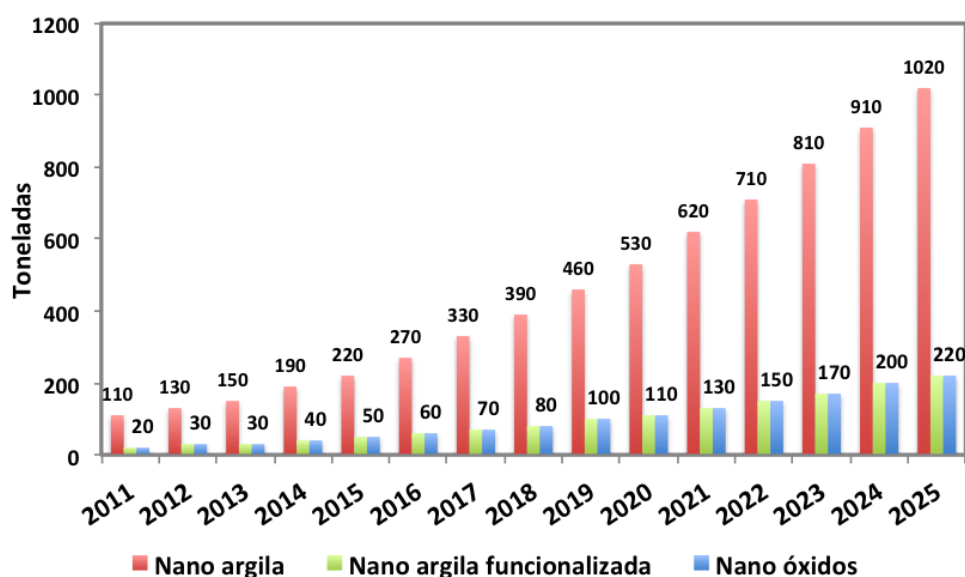
Gráfico 36 - Expectativa da evolução do consumo brasileiro de nano insumos



Fonte: NanoBusiness (2012)

A expectativa da evolução do consumo brasileiro em nano argila, nano argila funcionalizada e nano óxidos (Gráfico 37) tem como principal referência o consumo mundial de nano argila aplicado no setor de embalagens, que representa 70% do mercado mundial. Nesse sentido a expectativa da evolução de consumo por cada nanoinsumo supracitado foi distribuída em 70% de nano argila, 15% de nano argila funcionalizada com prata ou ferro e em 15% de nano óxidos.

Gráfico 37 - Expectativa da evolução do consumo brasileiro de nano argila, nano argila funcionalizada e nano óxidos



Fonte: NanoBusiness (2012)



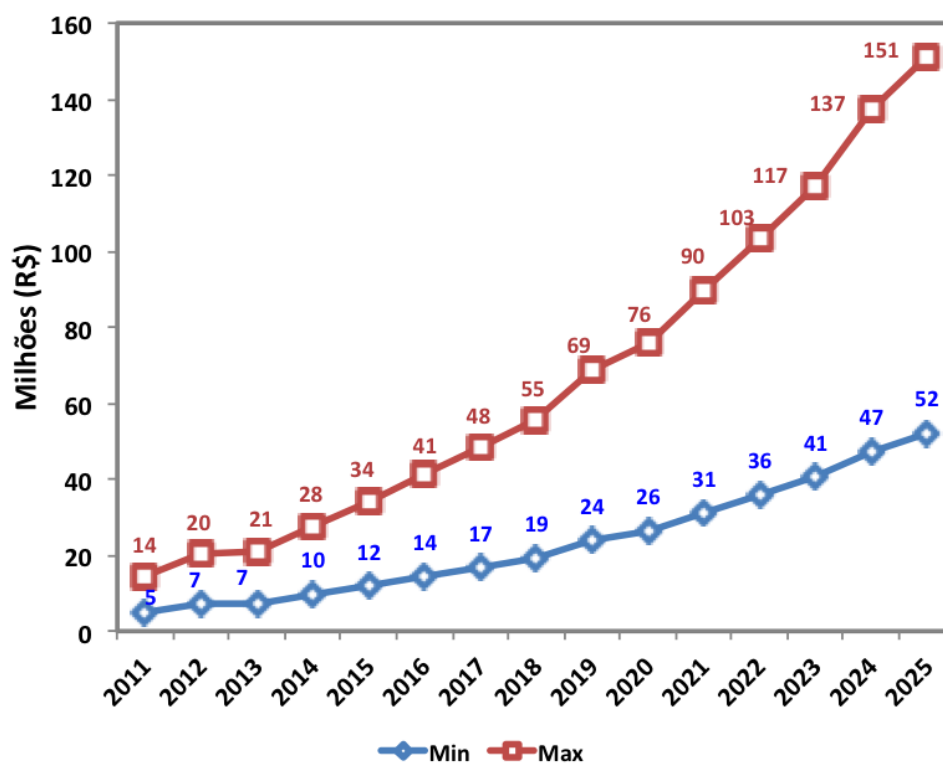
Considerando os preços dos nano insumos supracitados nesse capítulo, e resumidos aqui na Tabela 23, foi calculada a evolução do mercado brasileiro de nanoinsumos para o setor de embalagens plásticas (Gráfico 38).

Tabela 23 - Estimativa do consumo e do mercado por insumo para vários cenários

Nano insumo	Preço (R\$ / Kg)	
	Mínimo	Máximo
Nano argila	R\$ 9,16	R\$ 22,90
Nano argila com prata	R\$ 137,40	R\$ 180,20
Nano óxidos	R\$ 57,25	R\$ 400,75

Fonte: Willems & van den Wildenberg - Roadmap Report on Nanoparticles - November 2005.

Gráfico 38 - Estimativa do mercado brasileiro: cenários máximo e mínimo.



Fonte: NanoBusiness (2012)



5.4.1 Validação da estimativa da demanda – Workshop Abiplast

Segundo a Abiplast foram convidadas cerca de 400 empresas. As empresas de micro e pequeno porte representam 94.9% do número das empresas de transformadores plásticos, mas nenhuma participou do Workshop mostrando um fraco interesse no assunto. Por outro lado, houve a participação do SEBRAE-SP que colocou-se como representante dessas empresas na área de nanotecnologia.

A participação das empresas de médio e grande porte representou 9,4% das empresas convidadas dessa categoria. Essa participação parece indicar que os principais interessados em inovação baseada em nanotecnologia no setor dos transformadores plásticos são as empresas de médio e grande porte.

Empresa	Departamento	Cargo (Participante)	Posição da empresa na cadeia produtiva	Número de empregados
A (SP)	Desenvolvimento	Assist. Técnico	3ª	> 500
B (PE)	Comercial	Gerente Regional de Vendas	3ª	>500
C (SP)	Engenharia Industrial	Gerente	3ª	100 - 499
D (SP)	Projetos	Consultores de Competitividade	Outros: Projetos na área de plásticos	>500

Fonte: NanoBusiness (2012)

5.4.1.1 Respostas e análises do questionário

Neste item é apresentada uma compilação do questionário com suas respectivas respostas. O questionário completo poderá ser encontrado no Anexo 1.

Pergunta 1
Sua empresa tem conhecimento do impacto da nanotecnologia no setor de embalagens plásticas? ☐ Sim ☐ Não
Respostas: Sim: uma empresa com conhecimento mínimo Não: duas empresas



Pergunta 2

Sua empresa usa nanotecnologia?

☐ Sim

☐ Não

Se não, qual é a probabilidade de utilizá-la nos próximos cinco anos?

Probabilidade:

Nenhuma

☐

0-10%

☐

10-25%

☐

25-50%

☐

50-75%

☐

75-100%

☐

Respostas:

Nenhuma das empresas utiliza nanotecnologia no momento

A probabilidade de utilizá-la nos próximos cinco anos é de:

0-10%: uma empresa

25%-50%: duas empresa

Análise das respostas 1 e 2:

A nanotecnologia não está sendo utilizada no momento nas empresas de médio e grande porte, porém os resultados da Pergunta 2 mostram um interesse e uma abertura à nanotecnologia e seus benefícios.



Pergunta 3

Qual é a participação atual dos biopolímeros biodegradáveis na produção da sua empresa?

Participação em volume:

Nenhuma ☐ 0-10% ☐ 10-25% ☐ 25-50% ☐ 50-75% ☐ 75-100% ☐

Qual será a participação dos biopolímeros biodegradáveis na produção da sua empresa daqui a cinco anos?

Participação em volume:

Nenhuma ☐ 0-10% ☐ 10-25% ☐ 25-50% ☐ 50-75% ☐ 75-100% ☐

Respostas:

Pergunta: *Qual é a participação atual dos biopolímeros biodegradáveis na produção da sua empresa?*

Nenhuma: uma empresa
0-10%: uma empresa
10-25%: uma empresa

Pergunta: *Qual será a participação dos biopolímeros biodegradáveis na produção da sua empresa daqui a cinco anos?*

0-10%: uma empresa
10-25%: uma empresa
25-50%: uma empresa

Análise das respostas:

Os biopolímeros biodegradáveis ainda possuem uma participação fraca na produção, e a pressão dos custos foi apontada como principal razão pelos participantes. Além disso, pudemos perceber que as fracas propriedades de barreira destas resinas estão limitando bastante seu uso no setor das embalagens plásticas.

Porém, nos próximos cinco anos, as empresas entrevistadas indicaram um crescimento na demanda de tais resinas.



Pergunta 4

**Sua empresa utiliza os nano insumos na produção de embalagens plásticas?
Quais? Qual o volume por nano insumo? Qual custo praticado?**

- ☐ Nano argila _____ Kg/ano _____ custo médio
- ☐ Nano óxidos _____ Kg/ano _____ custo médio
- ☐ Nano prata _____ Kg/ano _____ custo médio
- ☐ Nano orgânicos _____ Kg/ano _____ custo médio
- ☐ Nanotubos de carbono _____ Kg/ano _____ custo médio
- ☐ Outros: _____ Kg/ano _____ custo médio
- ☐ Não utiliza

Respostas:

N/A

Análise das respostas:

Conforme as respostas das perguntas 1, 2 e 4, a nanotecnologia ainda não está sendo utilizada no setor dos transformados plásticos.



Pergunta 5

Quais das seguintes propriedades deveriam ser melhoradas para tornar seus produtos mais competitivos?

Propriedades	Necessidade de melhoria (Pontuação de 1 a 5 por ordem crescente de importância)					
	0	1	2	3	4	5
Redução de custo	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Durabilidade do plástico	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Bactericida	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Barreira à luz/UV	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Barreira à água	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Barreira à oxigênio	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Eliminação de CO ₂	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Eliminação de etileno	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Eliminação de oxigênio	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Imobilização de enzima	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Indicador de vazamento	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Nano sensores	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Propriedades elétricas	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Propriedades mecânicas	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Propriedades térmicas	☐	☐	☐	☐	☐	☐
RFID	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Detector de deterioração	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Respostas:

Ver página 69.



Pergunta 6

Caso as melhorias de propriedades impliquem no encarecimento do custo de produção, haveria interesse em implementá-las?

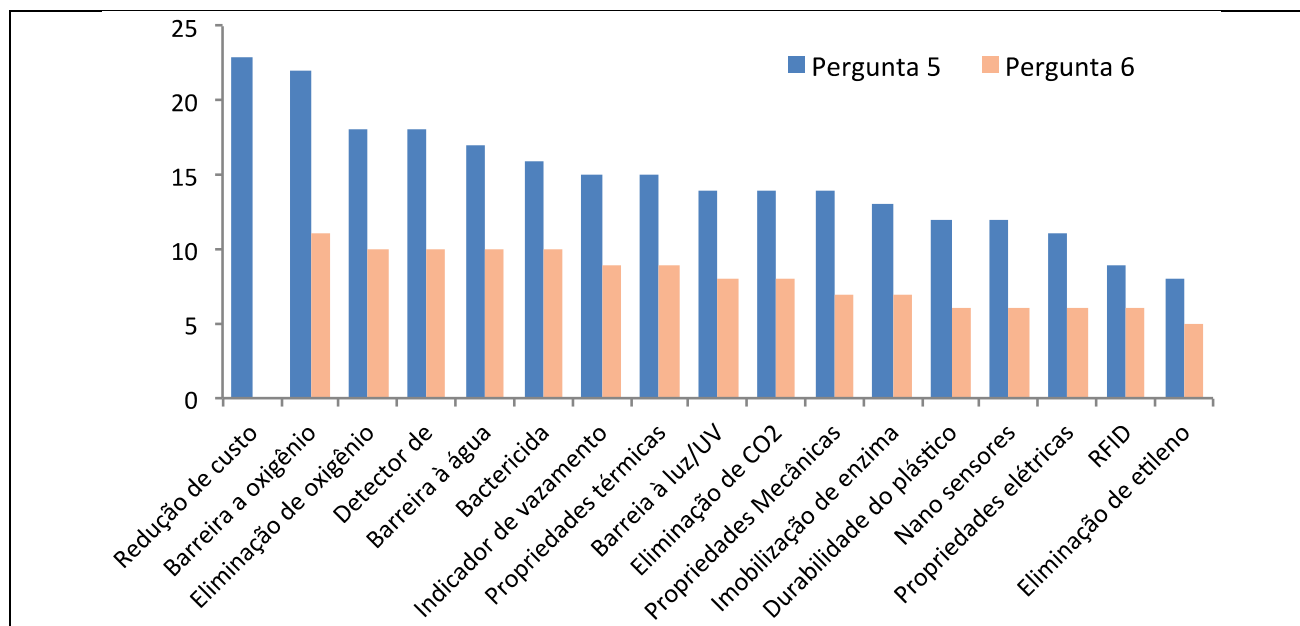
Propriedades	Interesse (Pontuação de 1 a 5 por ordem crescente de interesse)					
	0	1	2	3	4	5
Redução de custo	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Durabilidade do plástico	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Bactericida	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Barreira à luz/UV	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Barreira à água	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Barreira à oxigênio	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Eliminação de CO ₂	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Eliminação de etileno	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Eliminação de oxigênio	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Imobilização de enzima	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Indicador de vazamento	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Nano sensores	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Propriedades elétricas	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Propriedades Mecânicas	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Propriedades térmicas	☐	☐	☐	☐	☐	☐
RFID	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Detector de deterioração	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Respostas:

Ver página 69.

Para obter uma visão abrangente dos resultados, foram somadas as pontuações (1 a 5 por ordem crescente de importância) de cada propriedade

Neste caso, foram consideradas as respostas de todos os participantes.



Análise das respostas:

O maior interesse da indústria na utilização de nano insumos é a possibilidade de redução de custos das embalagens.

Em segundo lugar, as propriedades de maior interesse são aquelas ligadas ao controle de atmosfera dentro da embalagem: Barreira ao oxigênio, eliminador de oxigênio, detector de deterioração, barreira à água, bactericida e indicador de vazamento.

Foi também apontado pela indústria o fato de que as vantagens competitivas não podem representar um encarecimento além do qual os clientes estão dispostos a pagar pelas novas propriedades.



Pergunta 7

Qual a proporção de embalagens produzidas por sua empresa que necessita de propriedade de barreira?

Participação em volume:

Nenhuma

☐

0-10%

☐

10-25%

☐

25-50%

☐

50-75%

☐

75-100%

☐

Nos casos de produtos com alta necessidade de barreira a gases, quais tipos de filme são utilizados por sua empresa?

☐ Mono-camada ☐ Multi-camadas

Nos casos de produtos com alta necessidade de barreira a gases, quais resinas são utilizadas por sua empresa?

☐ PET

☐ Poli náilon

☐ PP

☐ PEBD

☐ PEAD

☐ Outros: _____

Quais plásticos de barreira são utilizados na sua produção de embalagens plásticas?

☐ EVOH - (Copolímero de etileno e álcool vinílico)

☐ PVdC - poli(cloreto de vinideno)

☐ Náilon amorfo

☐ PVOH - (Polyvinyl alcohol)

☐ Outros: _____

Comentários:

Pergunta: *Qual a proporção de embalagens produzidas por sua empresa que necessita de propriedade de barreira?*

Entre 0-10%: uma empresa

Entre 10-25%: uma empresa

Entre 50-70%: uma empresa



Pergunta: Nos casos de produtos com alta necessidade de barreira a gases, quais tipos de filme são utilizados?

Mono-camada: uma empresa

Multi-camada: as três empresas

Pergunta: Nos casos de produtos com alta necessidade de barreira a gases, quais resinas são utilizadas?

PET: duas empresas

Poli náilon: uma empresa

PP: as três empresas

PEBD: uma empresa

Pergunta: Quais filmes de barreira são utilizados?

Náilon amorfo: uma empresa

Análise das respostas:

A proporção de embalagens que necessitam de propriedade de barreira na indústria é grande, tornando-se um nicho para a inserção de nano insumos para atender as necessidades requeridas pela indústria.

O tipo de filme mais utilizado é o filme multi-camada.

A resina mais utilizada é a resina de polipropileno, seguida da resina PET.

A partir das respostas, conclui-se que os filmes convencionais com propriedade de barreira não são difundidos na indústria devido a dificuldade de aplicação. No caso do filme de náilon amorfo, a empresa compra o material co-extrusado.



Comentários levantados durante o Workshop

“Existe muita demanda hoje não atendida pela indústria de transformação por falta de produtos mais específicos / tecnológicos”.

“O desenvolvimento da nanotecnologia vai de encontro aos desejos de consumidores/fabricantes de embalagens”.

“Os plásticos biodegradáveis já são uma tendência sem volta. Se os nano insumos puderem agregar novas vantagens competitivas será extremamente requisitado”.

“No projeto que estamos trabalhando no Sebrae – Desenvolvimento de Embalagens Plásticas para Alimentos Prontos (...) aos nossos clientes a buscar é que estes adotem em primeiro lugar os sistemas multicamadas. A nanotecnologia ainda está bastante distante da realidade das Micro e Pequenas empresas”.

5.5 CONCLUSÕES

Conforme demonstram os resultados do Workshop e discussões com diversos especialistas, o consumo atual de nano insumos no setor de embalagens é praticamente inexistente.

Porém, o resultado do Workshop mostra uma abertura ao uso de nanotecnologia para melhorar as propriedades de embalagens plásticas e um desejo por parte da indústria em inovar nesse segmento.

A análise de inteligência tecnológica aponta que a maioria dos nanomateriais empregados ou a serem desenvolvidos para uso na indústria de embalagens de alimentos contêm partículas de nano argila . No entanto, a literatura descreve que outras embalagens de alimentos contendo nanopartículas ou nanofibras de metais e óxidos metálicos estão sendo desenvolvidas.

As propriedades de maior interesse da indústria destacadas no Workshop apontam a nano argila como o nano insumo de maior potencial para a indústria de embalagens plásticas.

A análise da inteligência tecnológica e do mercado mundial de nano insumos para a indústria de embalagens plásticas mostra que a nano prata e os nano óxidos, ainda que em menor quantidade, também estão sendo utilizados no setor.

A estimativa da demanda mostra que o mercado de nano insumo para embalagem de alimento em 2016 se situará entre R\$ 14 e 41 milhões com um consumo de cerca de 390 toneladas.

Importante ressaltar que nestes cálculos foi utilizado o valor de 0.14% como participação do volume de consumo de nanocompósito em relação ao consumo de embalagem. Dessa forma, este indicador representa a principal variável crítica que contribui com a margem de erro da estimativa.



6 ENGENHARIA

6.1 INTRODUÇÃO

Esse memorial descritivo tem como objetivo apresentar os critérios básicos de processo e projeto para a elaboração futura do Projeto de Engenharia Conceitual de produção de *masterbatches* de nano argila pura e *masterbatches* de nano argila funcionalizada com Estimativa de Investimentos – CAPEX – (Precisão: $\pm 50\%$) e OPEX a partir de argila organofílica ou argila natural, e resinas padrões utilizadas no setor de transformação de embalagens plásticas.

Os minerais de argila são alumino silicatos hidratados que são geralmente classificados como filosilicatos ou silicatos em camadas. Estas camadas estão organizadas na forma de um empilhamento de lamelas ou folhas dos quais uma das suas dimensões é nanométrica (<100 nm). É essa característica estrutural que confere, quando essas lamelas estão dispersadas homogeneamente numa matriz polimérica, ao nanocompósito um aumento de suas propriedades tais como mecânicas, de barreira, de estabilidade térmica e de resistência à chama.

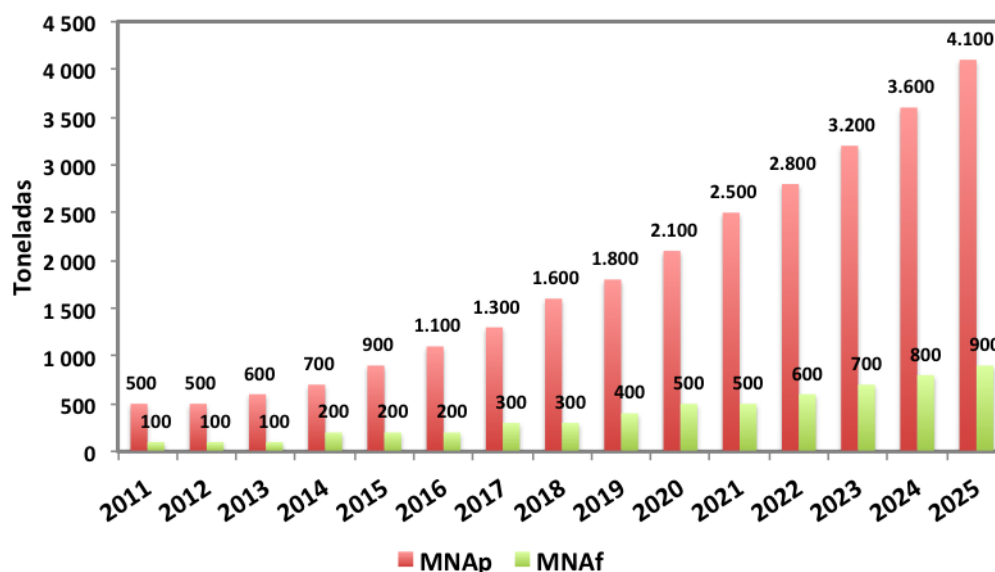
As etapas principais na produção de nanocompósitos de argila são a transformação de uma argila natural em uma argila organofílica seguindo da sua incorporação numa matriz polimérica.

Os *masterbatches* supracitados são nanocompósitos de alta concentração em nano insumo (25% em peso) destinados a ser diluído pelos transformadores de embalagens plásticas na posologia adequada em função das propriedades desejadas. Esse tipo de fornecimento é um padrão no setor e, por razão de segurança e facilidade de manuseio, a escolha de fornecimento de *masterbatch* ao invés de pó de nano insumo limita o uso de pó nanométrico fora da planta.

Baseado nos dados apresentados no Gráfico 37, o Gráfico 39 mostra a expectativa da evolução do consumo brasileiro em *masterbatches* com 25% em peso de nano argila pura (MNAp) e nano argila funcionalizada (MNAf).



Gráfico 39 - Expectativa da evolução do consumo brasileiro de *masterbatch* contendo 25% em peso de nano argila pura (MNAp) e nano argila funcionalizada (MNAf)



Fonte: NanoBusiness (2012)

6.2 ETAPAS DE TRANSFORMAÇÃO DE UMA ARGILA NATURAL EM UMA ARGILA ORGANOFÍLICA

O processo produtivo de nano argila consiste em transformar uma argila natural em uma argila cujo tamanho, pureza e estrutura são compatíveis com a sua incorporação numa matriz polimérica.

Geralmente, os cátions inorgânicos hidratados presentes entre as lamelas de argila natural são substituídos através de uma troca iônica por cátions orgânicos. Essa etapa tem a função de modificar as características hidrofílicas das lamelas de argila para torná-las mais compatíveis com as cadeias do polímero (resina). A escolha do tipo de modificador orgânico é um dos parâmetros fundamentais da rota produtiva de nanocompósitos baseados em argila. Estes modificadores são, geralmente, cátions de sais de amônio quaternário produzidos a partir de reação de amina com ácidos graxos hidrogenados.

6.3 ETAPAS DE INTERCALAÇÃO DE UMA ARGILA ORGANOFÍLICA NUMA MATRIZ POLIMÉRICA

Existem principalmente três métodos de obtenção de nanocompósitos de argila: intercalação em solução, polimerização *in situ* e intercalação no estado fundido.

O processo de intercalação no estado fundido apresenta três grandes vantagens em relação aos demais: não necessita solventes orgânicos, sendo menos nocivo ao meio ambiente, oferece uma flexibilidade na escolha das matrizes poliméricas, além de ser compatível com processos industriais de extrusão e injeção. Por esses motivos, este método tem sido o mais estudado recentemente e parece ser o mais adequado à intercalação da nano argila nas resinas utilizadas no setor de transformação de embalagens plásticas, com mínimo impacto ambiental.



Na técnica de intercalação no estado fundido, a argila organofílica é misturada com o polímero acima de seu ponto de amolecimento (para termoplásticos amorfos) ou de fusão (para termoplásticos semicristalinos), de modo que este penetre nas galerias da argila, intercalando as lamelas e eventualmente esfoliando-as. Porém, para que haja a intercalação é necessário algum grau de afinidade entre o polímero e a argila. A intercalação pode ser estática, a partir de recozimento estático ou com auxílio de cisalhamento por extrusão ou misturador. Diversos polímeros foram utilizados no preparo de nanocompósitos via polímero fundido, sendo os mais estudados o polipropileno e o poliamida 6.

A intercalação no estado fundido é o método preferido para obtenção de nanocompósitos argila montmorilonita e poliolefina por causa da fácil processabilidade dessa família de polímero. Porém, devido à baixa compatibilidade entre os poliolefina (hidrofóbico) e a montmorilonita (hidrofílica) diversas estratégias têm sido utilizadas para superar esta restrição, geralmente baseadas na utilização de modificadores orgânicos específicos ou na adição de agentes compatibilizantes. Agentes compatibilizantes são moléculas bifuncionais, que apresentam grupos funcionais capazes de interagir com a superfície da argila além de possuírem uma cadeia apolar que interage com a matriz polimérica.

A modificação de polipropileno com diversos grupos polares tem sido largamente utilizada para obtenção de agentes compatibilizantes, tais como o anidrido maléico, o ácido acrílico e o glicidil metacrilato na obtenção de nanocompósitos de polipropileno e argila montmorilonita. Foi observado um maior incremento na dispersão do reforço, bem como nas propriedades mecânicas dos nanocompósitos compatibilizados quando comparados aos materiais não compatibilizados. Também, estudos sobre as condições de processamento indicam que as condições de processamento tais como, velocidade dos rotores, taxa de cisalhamento, tempo de residência e temperatura do fundido, influenciam fortemente os níveis de dispersão da argila na matriz polimérica.

6.4 FUNCIONALIZAÇÃO DA NANO ARGILA

A funcionalização das nano argilas é utilizada principalmente para transformar os nanocompósitos em nanocompósitos ativos. A atividade é obtida através da adição de um aditivo específico, baseado na intercalação entre as lamelas de argila de metais ou de seus sais para conferir atividade bactericida e/ou de sequestro de oxigênio.

6.5 CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO

6.5.1 Rotas Tecnológicas

A planta industrial de produção de nano insumo para a indústria de embalagens plásticas foi projetada contemplando diversas rotas tecnológicas:

- Argila de partida: argila organofílica (AO) ou argila natural (AN);
- Modificadores orgânicos: de alto (MO 1) ou de baixo (MO 2) custos; e
- Tipos de produtos comercializados pela planta: *Masterbatches* de nano argila pura (MNAp) e/ou *Masterbatches* de nano argila funcionalizada (MNAf).

Os rotas tecnológicas selecionadas com seus parâmetros estão resumidas na Tabela 24.



Tabela 24 - Parâmetros das rotas tecnológicas contempladas

Rotas Tecnológicas	Tipo de Produtos	Argila de Partida	Modificador Orgânico
1	MNAp e MNAf	AO	Não aplicável
2	MNAp	AO	Não aplicável
3	MNAp e MNAf	AN	MO 1
4	MNAp	AN	MO 1
5	MNAp e MNAf	AN	MO 2
6	MNAp	AN	MO 2

Fonte: NanoBusiness (2012)

As rotas estabelecidas para os processos produtivos de *masterbatches* de nano argila pura ou funcionalizada são baseadas nas tecnologias identificadas e caracterizadas descritas no capítulo 3, através de estudos de inúmeras patentes nacionais e internacionais, artigos científicos e estudos de casos.

A rota tecnológica proposta abrange etapas de tratamento da argila de partida com um modificador orgânico (somente para as rotas tecnológicas de 3 a 6), obtendo uma argila organofílica; funcionalização da argila organofílica com sais de prata e ferro (somente para as rotas tecnológicas 1, 3 e 5), obtendo uma argila organofílica funcionalizada; secagem (somente para as rotas tecnológicas de 1 e 3 a 6); intercalação no estado fundido (todas rotas tecnológicas), produzindo *masterbatches* de nano argila pura ou funcionalizada.

6.5.2 Capacidade da Planta

A capacidade nominal produtiva da planta industrial de produção de nano insumo para a indústria de embalagens plásticas será estabelecida para atender 100% da expectativa do consumo brasileiro em *masterbatch* (Gráfico 39) em 2019, com perspectivas de expansão para atender a demanda até o ano 2025.

A capacidade nominal produtiva da planta a partir de argila organofílica ou argila natural será de 1.800 toneladas / ano de *masterbatches* de nano argila pura e/ou 400 toneladas / ano de *masterbatches* de nano argila funcionalizada, conforme resumido na Tabela 25, com perspectivas de expansão para 4.100 e 900 toneladas por ano, respectivamente, conforme resumido na Tabela 26.

Neste estado preliminar do estudo, foi assumido um rendimento operacional de 100% para todas etapas das rotas tecnológicas.



Tabela 25 - Capacidade produtiva de *masterbatches* de nano argila pura - 1.800 t/a e *masterbatches* de nano argila funcionalizada - 400 t/a

ITEM	UN.	TOTAL
Produção de MNAP	t/a	1.800
Produção de MNAf	t/a	400
Dias programadas / ano	dia/ano	264
Rendimento operacional	%	100
Horas efetivas / ano	h/ano	2112
Produção horária de nano argila pura	kg/h	160
Produção horária de nano argila funcionalizada	kg/h	30
Produção horária de MNAP	kg/h	850
Produção horária de MNAf	kg/h	190
Teor de argila na alimentação	%	100
Rendimento de tratamento com modificador orgânico	%	100
Rendimento do processo de funcionalização	%	100
Rendimento do processo de secagem	%	100
Rendimento do processo de intercalação no estado fundido	%	100
Rendimento global	%	100

Fonte: NanoBusiness (2012)

Tabela 26 - Capacidade produtiva de *masterbatches* de nano argila pura - 4.100 t/a e *masterbatches* de nano argila funcionalizada - 900 t/a

ITEM	UN.	TOTAL
Produção de MNAP	t/a	4.100
Produção de MNAf	t/a	900
Dias programadas / ano	dia/ano	264
Rendimento operacional	%	100
Horas efetivas / ano	h/ano	2112
Produção horária de nano argila pura	kg/h	490
Produção horária de nano argila funcionalizada	kg/h	100
Produção horária de MNAP	kg/h	1940
Produção horária de MNAf	kg/h	430
Teor de argila na alimentação	%	100
Rendimento de tratamento com modificador orgânico	%	100
Rendimento do processo de funcionalização	%	100
Rendimento do Processo de secagem	%	100
Rendimento do processo de intercalação no estado fundido	%	100
Rendimento global	%	100

Fonte: NanoBusiness (2012)



6.5.3 Parâmetros Gerais da Planta

A planta irá operar continuamente durante 264 (duzentos e sessenta quatro) dias por ano e 8 (oito) horas por dia.

Considerando rendimento operacional de 100% teremos 2.112 horas-efetivas / ano.

6.6 DADOS PADRÕES DO PROJETO

6.6.1 Áreas do projeto

Os códigos seguindo, serão utilizado para localizar os diferentes equipamentos relativos à rotas tecnológicas.

100 – ÁREAS DE PROCESSAMENTO

110 – Tratamento com modificador orgânico

120 – Processo de funcionalização

130 – Processo de secagem

140 – Processo de intercalação no estado fundido

150 – Granulagem

200 – UNIDADES AUXILIARES

210 – Água desionizada

220 – Tratamento de efluentes

300 – ESTOCAGEM DE REAGENTES

310 – Argila de partida

320 – Água desionizada

330 – Modificador orgânico

340 – Nitrato de prata

350 – Sulfato de ferro/amônio

360 – Resina

361 – Polipropileno

362 – PET

363 – Polietileno baixa densidade

364 – Polietileno alta densidade

365 – Polietileno baixa densidade linear

366 – Poliestireno

370 – Nano argila pura

380 – Nano argila funcionalizada

400 – UTILIDADES

410 – Água

500 – AUTOMAÇÃO

600 – SISTEMA ELÉTRICO

700 – INFRAESTRUTURA E APOIO ADMINISTRATIVO



6.6.2 Lista dos Principais Equipamentos

Matéria Prima	Produtos	Fase	Área do projeto	Tag	Descrição	Tipo Espec.	Espec.	Unidade	Quantidade
AO	MNAp + MNAf	Implantação AO	500	SistCont-AO1	Sistema de controle			unid	1
AO	MNAp + MNAf	Expansão AO	500	SistCont-AO2	Sistema de controle			unid	1
AN	MNAp + MNAf	Implantação AN	500	SistCont-AN1	Sistema de controle			unid	1
AN	MNAp + MNAf	Expansão AN	500	SistCont-AN2	Sistema de controle			unid	1
AO	MNAp + MNAf	Implantação AO	361	SILO2-PP-AO1	Silo Inox com fundo cônico	Volume	10000	L	1
AO	MNAp + MNAf	Implantação AO	362	SILO2-PET-AO1	Silo Inox com fundo cônico	Volume	10000	L	1
AO	MNAp + MNAf	Implantação AO	366	SILO2-PS-AO1	Silo Inox com fundo cônico	Volume	1500	L	1
AO	MNAp + MNAf	Implantação AO	364	SILO2-PEHD-AO1	Silo Inox com fundo cônico	Volume	3000	L	1
AO	MNAp + MNAf	Implantação AO	363	SILO2-PEBD-AO1	Silo Inox com fundo cônico	Volume	3000	L	1
AO	MNAp + MNAf	Implantação AO	365	SILO2-PEBDL-AO1	Silo Inox com fundo cônico	Volume	3000	L	1
AO	MNAp + MNAf	Implantação AO	140 e 150	MASTERBATCH-PP-AO1	Sistema com extrusora dupla rosca e granulador	Produção	200	kg/h	1
AO	MNAp + MNAf	Implantação AO	140 e 150	MASTERBATCH-PET-AO1	Sistema com extrusora dupla rosca e granulador	Produção	200	kg/h	2
AO	MNAp + MNAf	Implantação AO	140 e 150	MASTERBATCH-PS-AO1	Sistema com extrusora dupla rosca e granulador	Produção	200	kg/h	1
AO	MNAp + MNAf	Implantação AO	140 e 150	MASTERBATCH-PES-AO1	Sistema com extrusora dupla rosca e granulador	Produção	200	kg/h	1
AO	MNAp + MNAf	Implantação AO	210	PUR.ÁGUA-AO1	Estação de purificação de água	Vazão	1	m³/h	1
AO	MNAp + MNAf	Implantação AO	220	FILTRO-AO1	Filtro bolsa	Vazão	1	m³/h	1
AO	MNAp + MNAf	Implantação AO	310	SILO1-AO-AO1	Silo Inox com fundo cônico	Volume	10000	L	1
AO	MNAf	Implantação AO	320	SILO3-AD-AO1	Silo Inox com fundo cônico	Volume	3000	L	1
AO	MNAf	Implantação AO	340	SILO4-NP-AO1	Silo Inox com fundo cônico	Volume	200	L	1
AO	MNAf	Implantação AO	350	SILO5-SFA-AO1	Silo Inox com fundo cônico	Volume	200	L	1



AO	MNAf	Implantação AO	380	SILO6-NAf-AO1	Silo Inox com fundo cônico	Volume	1500	L	1
AO	MNAf	Implantação AO	120	REATOR 2-NAf-AO1	Tanque agitador reator com serpentina interna	Volume	1000	L	1
AO	MNAf	Implantação AO	130	SPRAY-DRYER2-NAf-AO1	Spray dryer de alta velocidade de centrifugação	Vazão	500	L/h	1
AO	MNAf	Implantação AO	120	SISTEMA-ULTRA-SOM-AO1	Desaglomeração com sonotrode ultra som	Potência	2	kW	1
AN	MNAp + MNAf	Implantação AN	361	SILO2-PP-AN1	Silo Inox com fundo cônico	Volume	10000	L	1
AN	MNAp + MNAf	Implantação AN	362	SILO2-PET-AN1	Silo Inox com fundo cônico	Volume	10000	L	1
AN	MNAp + MNAf	Implantação AN	366	SILO2-PS-AN1	Silo Inox com fundo cônico	Volume	1500	L	1
AN	MNAp + MNAf	Implantação AN	364	SILO2-PEHD-AN1	Silo Inox com fundo cônico	Volume	3000	L	1
AN	MNAp + MNAf	Implantação AN	363	SILO2-PEBD-AN1	Silo Inox com fundo cônico	Volume	3000	L	1
AN	MNAp + MNAf	Implantação AN	365	SILO2-PEBDL-AN1	Silo Inox com fundo cônico	Volume	3000	L	1
AN	MNAp + MNAf	Implantação AN	140 e 150	MASTERBATCH-PP-AN1	Sistema com extrusora dupla rosca e granulador	Produção	200	kg/h	1
AN	MNAp + MNAf	Implantação AN	140 e 150	MASTERBATCH-PET-AN1	Sistema com extrusora dupla rosca e granulador	Produção	200	kh/h	2
AN	MNAp + MNAf	Implantação AN	140 e 150	MASTERBATCH-PS-AN1	Sistema com extrusora dupla rosca e granulador	Produção	200	kg/h	1
AN	MNAp + MNAf	Implantação AN	140 e 150	MASTERBATCH-PES-AN1	Sistema com extrusora dupla rosca e granulador	Produção	200	kg/h	1
AN	MNAp + MNAf	Implantação AN	210	PUR-ÁGUA-AN1	Estação de purificação de água	Vazão	1	m³/h	1
AN	MNAp + MNAf	Implantação AN	220	FILTRO-AN1	Filtro bolsa	Vazão	1	m³/h	1
AN	MNAp + MNAf	Implantação AN	310	SILO1-AN-AN1	Silo Inox com fundo cônico	Volume	5000	L	1
AN	MNAp + MNAf	Implantação AN	330	SILO8-SQA-AN1	Silo Inox com fundo cônico	Volume	20000	L	1
AN	MNAp + MNAf	Implantação AN	320	SILO3-AD-AN1	Silo Inox com fundo cônico	Volume	15000	L	1
AN	MNAf	Implantação AN	340	SILO4-NP-AN1	Silo Inox com fundo cônico	Volume	200	L	1
AN	MNAf	Implantação AN	350	SILO5-SFA-AN1	Silo Inox com fundo cônico	Volume	200	L	1
AN	MNAp	Implantação AN	370	SILO6-Nap-AN1	Silo Inox com fundo cônico	Volume	3000	L	1
AN	MNAf	Implantação AN	380	SILO7-NAf-AN1	Silo Inox com fundo cônico	Volume	1500	L	1
AN	MNAp	Implantação AN	110	REATOR1-NAp-AN1	Tanque agitador reator com serpentina interna	Volume	5000	L	1
AN	MNAf	Implantação AN	110 e 120	REATOR2-NAf-AN1	Tanque agitador reator com serpentina interna	Volume	1000	L	1



AN	MNAp	Implantação AN	130	SPRAY-DRYER 1-NAp-AN1	Spray dryer de alta velocidade de centrifugação	Vazão	2000	L/h	1
AN	MNAf	Implantação AN	130	SPRAY-DRYER 2-NAf-AN1	Spray dryer de alta velocidade de centrifugação	Vazão	500	L/h	1
AN	MNAp + MNAf	Implantação AN	110 e 120	SISTEMA-ULTRA-SOM-AN1	Desaglomeração com sonotrode ultra som	Potência	10	kW	1
AO	MNAp + MNAf	Expansão AO	361	SILO2-PP-AO2	Silo Inox com fundo cônico	Volume	10000	L	1
AO	MNAp + MNAf	Expansão AO	362	SILO2-PET-AO2	Silo Inox com fundo cônico	Volume	10000	L	1
AO	MNAp + MNAf	Expansão AO	366	SILO2-PS-AO2	Silo Inox com fundo cônico	Volume	1500	L	1
AO	MNAp + MNAf	Expansão AO	364	SILO2-PEHD-AO2	Silo Inox com fundo cônico	Volume	3000	L	1
AO	MNAp + MNAf	Expansão AO	363	SILO2-PEBD-AO2	Silo Inox com fundo cônico	Volume	3000	L	1
AO	MNAp + MNAf	Expansão AO	365	SILO2-PEBDL-AO2	Silo Inox com fundo cônico	Volume	3000	L	1
AO	MNAp + MNAf	Expansão AO	140 e 150	MASTERBATCH-PP-AO2	Sistema com extrusora dupla rosca e granulador	Produção	200	kg/h	1
AO	MNAp + MNAf	Expansão AO	140 e 150	MASTERBATCH-PET-AO2	Sistema com extrusora dupla rosca e granulador	Produção	200	kg/h	3
AO	MNAp + MNAf	Expansão AO	140 e 150	MASTERBATCH-PS-AO2	Sistema com extrusora dupla rosca e granulador	Produção	200	kg/h	-
AO	MNAp + MNAf	Expansão AO	140 e 150	MASTERBATCH-PES-AO2	Sistema com extrusora dupla rosca e granulador	Produção	200	kg/h	1
AO	MNAf	Expansão AO	210	PUR-ÁGUA-AO2	Estação de purificação de água	Vazão	1	m³/h	1
AO	MNAf	Expansão AO	220	FILTRO-AO2	Filtro bolsa	Vazão	1	m³/h	1
AO	MNAp + MNAf	Expansão AO	310	SILO1-AO-AO2	Silo Inox com fundo cônico	Volume	5000	L	1
AO	MNAf	Expansão AO	320	SILO3-AD-AO2	Silo Inox com fundo cônico	Volume	3000	L	1
AO	MNAf	Expansão AO	340	SILO4-NP-AO2	Silo Inox com fundo cônico	Volume	200	L	1
AO	MNAf	Expansão AO	350	SILO5-SFA-AO2	Silo Inox com fundo cônico	Volume	200	L	1
AO	MNAf	Expansão AO	380	SILO6-NAf-AO2	Silo Inox com fundo cônico	Volume	1500	L	1
AO	MNAf	Expansão AO	120	REATOR 2-NAf-AO2	Tanque agitador reator com serpentina interna	Volume	1000	L	1
AO	MNAf	Expansão AO	130	SPRAY-DRYER 2-NAf-AO2	Spray dryer de alta velocidade de centrifugação	Vazão	500	L/h	-
AO	MNAf	Expansão AO	120	SISTEMA-ULTRA-SOM-AO1	Desaglomeração com sonotrode ultra som	Potência	2	kW	1
AN	MNAp + MNAf	Expansão AN	361	SILO2-PP-AN2	Silo Inox com fundo cônico	Volume	10000	L	1
AN	MNAp + MNAf	Expansão AN	362	SILO2-PET-AN2	Silo Inox com fundo cônico	Volume	10000	L	1



AN	MNAp + MNAf	Expansão AN	366	SILO2-PS-AN2	Silo Inox com fundo cônico	Volume	1500	L	1
AN	MNAp + MNAf	Expansão AN	364	SILO2-PEHD-AN2	Silo Inox com fundo cônico	Volume	3000	L	1
AN	MNAp + MNAf	Expansão AN	363	SILO2-PEBD-AN2	Silo Inox com fundo cônico	Volume	3000	L	1
AN	MNAp + MNAf	Expansão AN	365	SILO2-PEBDL-AN2	Silo Inox com fundo cônico	Volume	3000	L	1
AN	MNAp + MNAf	Expansão AN	140 e 150	MASTERBATCH-PP-AN2	Sistema com extrusora dupla rosca e granulador	Produção	200	kg/h	1
AN	MNAp + MNAf	Expansão AN	140 e 150	MASTERBATCH-PET-AN2	Sistema com extrusora dupla rosca e granulador	Produção	200	kg/h	3
AN	MNAp + MNAf	Expansão AN	140 e 150	MASTERBATCH-PS-AN2	Sistema com extrusora dupla rosca e granulador	Produção	200	kg/h	-
AN	MNAp + MNAf	Expansão AN	140 e 150	MASTERBATCH-PEs-AN2	Sistema com extrusora dupla rosca e granulador	Produção	200	kg/h	1
AN	MNAp + MNAf	Expansão AN	210	PUR-ÁGUA-AN2	Estação de purificação de Água	Vazão	1	m³/h	1
AN	MNAp + MNAf	Expansão AN	220	FILTRO-AN2	Filtro bolsa	Vazão	1	m³/h	1
AN	MNAp + MNAf	Expansão AN	310	SILO 1-AN-AN2	Silo Inox com fundo cônico	Volume	5000	L	1
AN	MNAp + MNAf	Expansão AN	330	SILO 8-SQA-AN2	Silo Inox com fundo cônico	Volume	20000	L	1
AN	MNAp + MNAf	Expansão AN	320	SILO 3-AD-AN2	Silo Inox com fundo cônico	Volume	10000	L	1
AN	MNAf	Expansão AN	340	SILO 4-NP-AN2	Silo Inox com fundo cônico	Volume	200	L	1
AN	MNAf	Expansão AN	350	SILO 5-SFA-AN2	Silo Inox com fundo cônico	Volume	200	L	1
AN	MNAp	Expansão AN	370	SILO 6-NAp-AN2	Silo Inox com fundo cônico	Volume	3000	L	1
AN	MNAf	Expansão AN	380	SILO 7-NAf-AN2	Silo Inox com fundo cônico	Volume	1500	L	1
AN	MNAp	Expansão AN	110	REATOR 1-NAp-AN2	Tanque agitador reator com serpentina interna	Volume	5000	L	1
AN	MNAf	Expansão AN	110 e 120	REATOR 2-NAf-AN2	Tanque agitador reator com serpentina interna	Volume	1500	L	1
AN	MNAp	Expansão AN	130	SPRAY-DRYER 1-NAp-AN2	Spray dryer de alta velocidade de centrifugação	Volume	500	L/h	1
AN	MNAf	Expansão AN	130	SPRAY-DRYER 2-NAf-AN2	Spray dryer de alta velocidade de centrifugação	Volume	500	L/h	-
AN	MNAp + MNAf	Expansão AN	110 e 120	SISTEMA-ULTRA-SOM-AN2	Desaglomeração com sonotrodo ultra som	Potência	10	kW	-



6.7 DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS

Nessa parte são apresentados os diferentes processos produtivos de *masterbatch* de nano argila. Serão 4 diferentes processos utilizando como precursores a argila organofílica ou a argila natural e de suas possíveis funcionalizações.

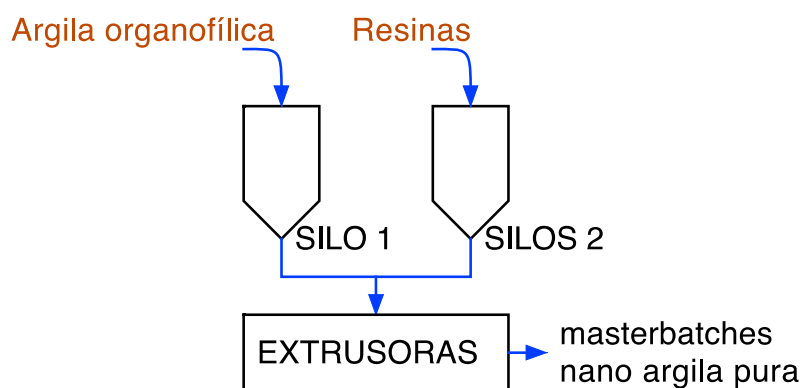
6.7.1 Processos produtivos utilizando como matéria prima uma argila organofílica - rotas tecnológicas 1 e 2

6.7.1.1 Sem funcionalização

A intercalação da argila nas resinas será realizada com uma argila organofílica comercial, de densidade $0,8 \text{ g/cm}^3$ numa relação 250 Kg de argila organofílica por 750 kg de resina.

O processo produtivo pode ser resumido conforme a Figura 11.

Figura 11 - Lay-out do processo produtivo de MNap a partir de argila organofílica



Fonte: NanoBusiness (2012)

Será utilizada uma unidade de produção de *masterbatch* incluindo uma extrusora dupla-rosca co-rotante e um sistema de granulagem (ambos representados na Figura 11 por “EXTRUSORAS”).

O pó de argila e as pelotas de resinas serão introduzidos na unidade por um *side-feeder*.

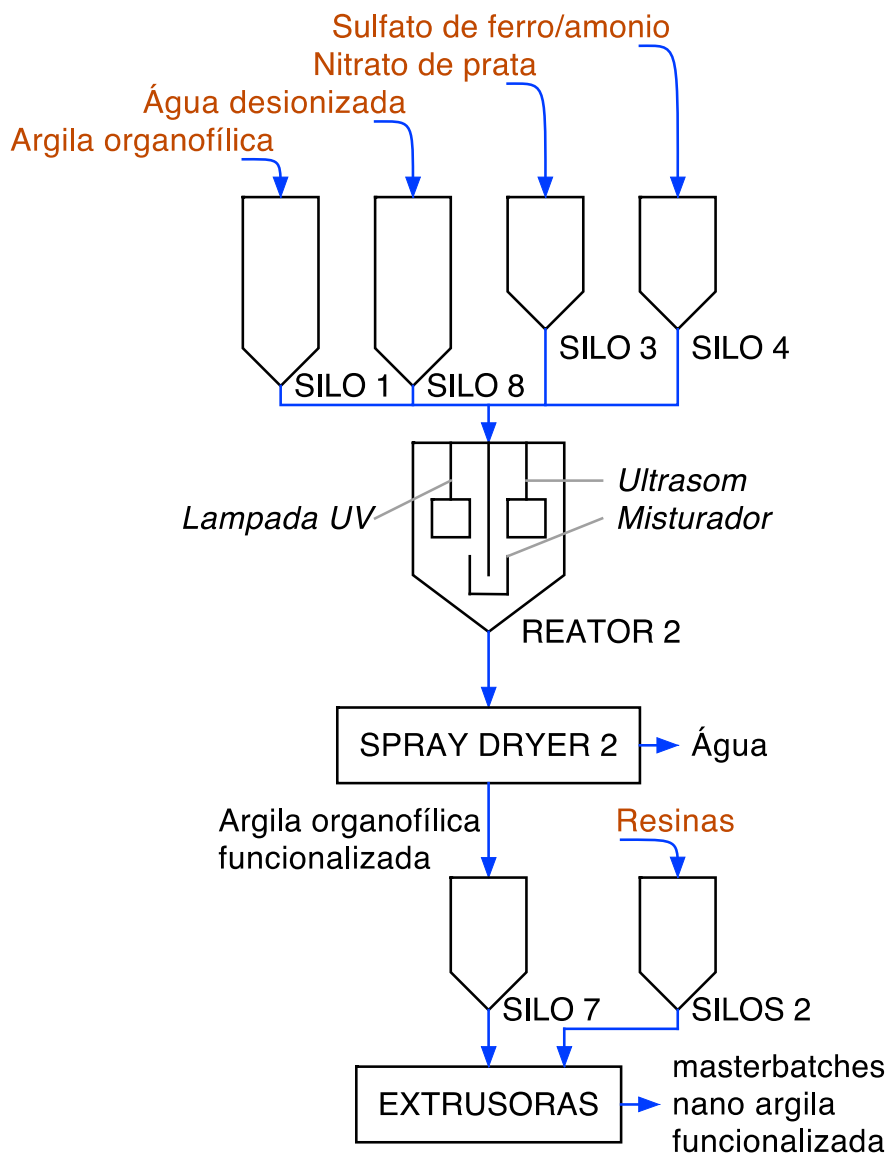
6.7.1.2 Com funcionalização

Os *masterbatches* serão produzidos a partir de uma argila organofílica comercial, de densidade $0,8 \text{ g/cm}^3$. A argila organofílica, depois de funcionalizada com nitrato de prata e sulfato de ferro/amônio, será introduzida nas resinas numa relação 250 Kg de argila organofílica funcionalizada por 750 kg de resina.

O processo produtivo pode ser resumido conforme a Figura 12.



Figura 12 - Lay-out do processo produtivo de MNAf a partir de argila organofílica



Fonte: NanoBusiness (2012)

A etapa de funcionalização será efetuada dispersando a argila organofílica com nitrato de prata e sulfato de ferro/amônio em água deionizada num reator sob mistura e aquecimento (REATOR 2). Uma unidade de ultra-som será acoplada ao reator para diminuir o tempo reacional bem como garantir a eficiência da funcionalização.

O pó de argila organofílica funcionalizada será recolhido depois de passar num *spray-dryer* (SPRAY-DRYER 2).

A intercalação da argila organofílica nas resinas será executada numa unidade de produção de *masterbatch* incluindo uma extrusora dupla-rosca co-rotante e um sistema de granulagem (ambos representados na Figura 12 por “EXTRUSORAS”).

O pó de argila e as pelotas de resinas serão introduzidos na unidade por um *side-feeder*.



6.7.2 Processos produtivos utilizando como matéria prima uma argila natural - rotas tecnológicas 3 a 6

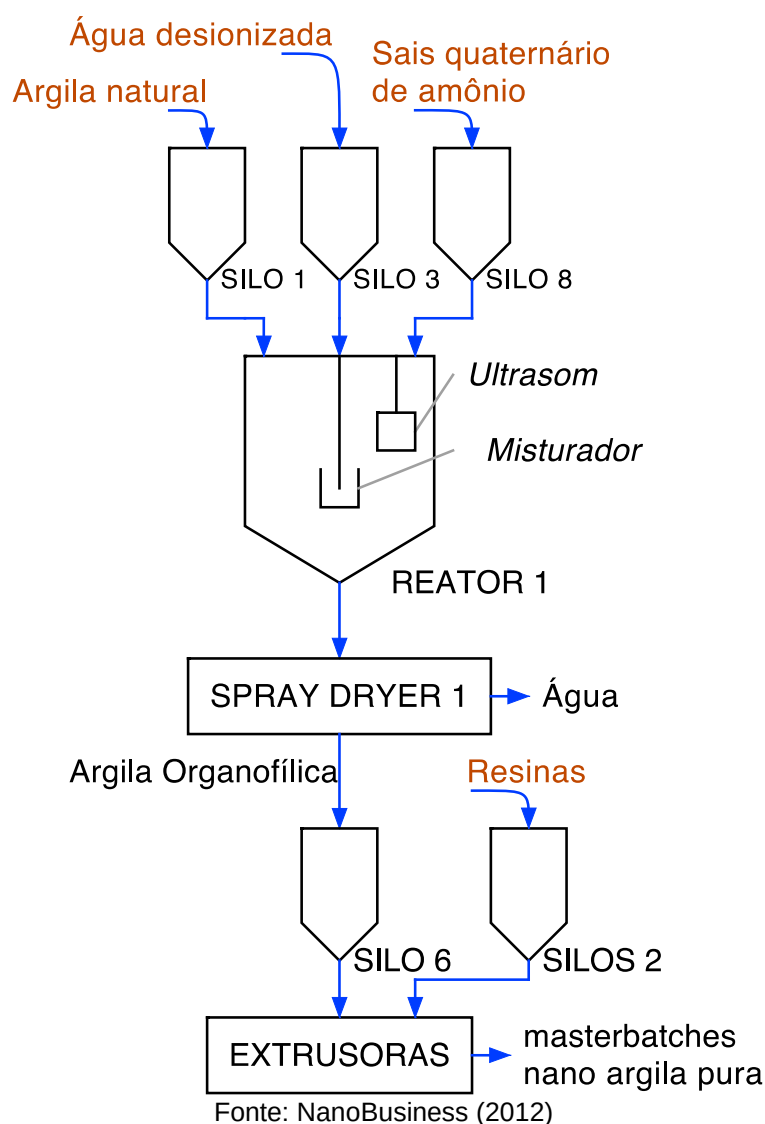
6.7.2.1 Sem funcionalização

Uma argila de tipo bentonita, densidade de $0,96 \text{ g/cm}^3$, tamanho de partícula $< 5 \mu\text{m}$ será transformada em argila organofílica pela adição de um modificador orgânico na forma de um sal quaternário de amônio.

A argila organofílica assim produzida será introduzida nas resinas numa relação 250 Kg de argila organofílica por 750 kg de resina.

O processo produtivo pode ser resumido conforme a Figura 13.

Figura 13 - Lay-out do processo produtivo de MNAP a partir de argila natural



A etapa de transformação da argila natural em argila organofílica será efetuada dispersando a bentonita com o modificador orgânico em água deionizada num reator sob mistura e aquecimento



(REATOR 1). Uma unidade de ultra-som será acoplada ao reator para diminuir o tempo reacional bem como garantir a eficiência da modificação orgânica.

O pó de argila organofílica será recolhido depois de passar num *spray-dryer* (SPRAY-DRYER 1).

A intercalação da argila organofílica nas resinas será executada numa unidade de produção de *masterbatch* incluindo uma extrusora dupla-rosca co-rotante e um sistema de granulagem (ambos representados na Figura 13 por “EXTRUSORAS”).

O pó de argila e as pelotas de resinas serão introduzidos na unidade por um *side-feeder*.

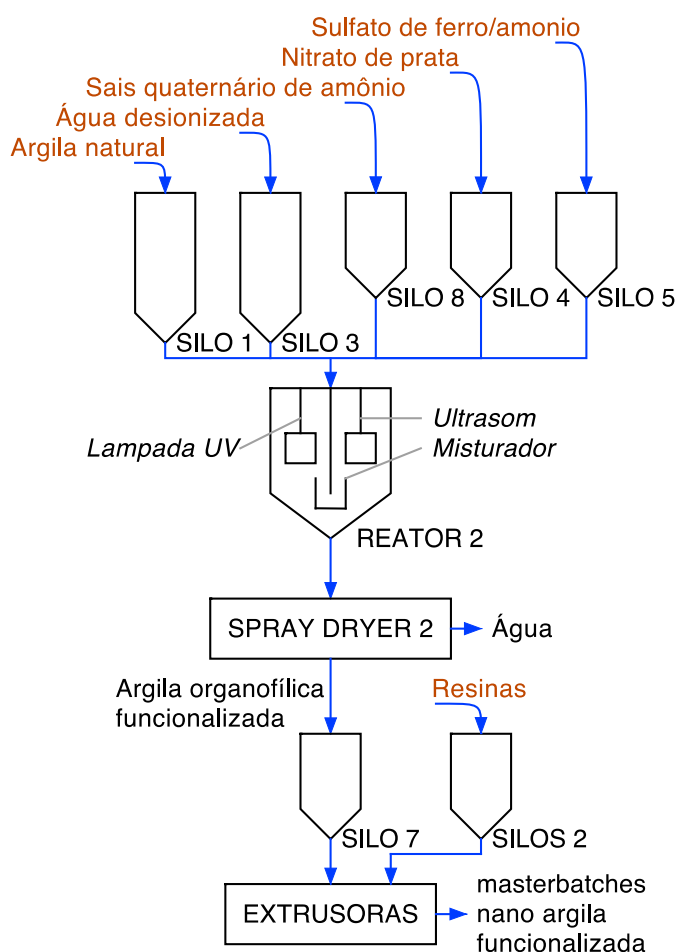
6.7.2.2 Com funcionalização

Uma argila de tipo bentonita, densidade de $0,96 \text{ g/cm}^3$, tamanho de partícula $<5 \mu\text{m}$ será transformada em argila organofílica pela adição de um modificador orgânico na forma de um sal quaternário de amônio.

A argila organofílica assim produzida, depois funcionalização com nitrato de prata e sulfato de ferro/amônio será introduzida nas resinas numa relação 250 Kg de argila organofílica funcionalizada por 750 kg de resina.

O processo produtivo pode ser resumido conforme a Figura 14.

Figura 14 - Lay-out do processo produtivo de MNAf a partir de argila natural



Fonte: NanoBusiness (2012)



A etapa de transformação da argila natural em argila organofílica será efetuada dispersando a bentonita com o modificador orgânico em água deionizada num reator sob mistura e aquecimento (REATOR 2.) A etapa de funcionalização será efetuada adicionando no reator o nitrato de prata e o sulfato de ferro/amônio. Uma unidade de ultra-som será acoplada ao reator para diminuir os tempos reacionais bem como garantir a eficiência da modificação orgânica e da funcionalização.

O pó de argila organofílica funcionalizada será recolhido depois de passar num *spray-dryer* (SPRAY-DRYER 2).

A intercalação da argila organofílica funcionalizada nas resinas será executada numa unidade de produção de *masterbatch* incluindo uma extrusora dupla-rosca co-rotante e um sistema de granulagem (ambos representados na Figura 14 por “EXTRUSORAS”).

O pó de argila e as pelotas de resinas serão introduzidos na unidade por um *side-feeder*.

6.8 INFRAESTRUTURA

A ser desenvolvido no Projeto Básico.

6.9 ENERGIA ELÉTRICA

A ser desenvolvido no Projeto Básico.

6.10 ÁGUA

A ser desenvolvido no Projeto Básico.

6.11 TRATAMENTO DE EFLUENTES

A ser desenvolvido no Projeto Básico.

6.12 TAMANHO DA PLANTA

Foi estimado o tamanho ótimo ou Escala Mínima Eficiente (EME) para instalação da planta industrial de insumos nanométricos. Nesse sentido, serão necessários 300 m² para acomodação da planta de produção de 1.800 toneladas por ano de MNAp e 400 toneladas por ano de MNAf. O tamanho considerado deverá possibilitar a produção suficiente de produto para atender a demanda até o ano 7, sendo necessária uma expansão a partir do ano 8 para uma área de 500 m².

6.13 CRITÉRIOS DE PROJETO

A seguir apresentamos os códigos referentes a cada matéria-prima e equipamentos apresentados a seguir:

<u>CÓDIGO</u>	<u>FONTE</u>
A	Dados recomendados em inúmeras patentes nacionais e internacionais
B	Dados recomendados em artigos científicos
C	Práticas industriais
D	Dados indicados pelo fornecedor
E	Dados obtidos por cálculos
F	Dados padrões de engenharia
G	Dados assumidos
H	Dados de estudos de casos



6.13.1 Características da Alimentação

6.13.1.1 Argila organofílica

Código

AB	Substância	Argila Organofílica
D	Nome químico ou nome comum	Quaternário-Alquilamônio-Bentonita
D	Sinônimo	Quaternário-Alquilamônio-Montmorilonita
D	Número de registro CAS	68953-58-2
D	Densidade aparente	0,80-1,00 g/cm ³
D	Solubilidade	Insolúvel em água, porém solúvel em ácidos
D	Temperatura de decomposição	Decompõe-se a partir de 200° C
C	Estocagem na planta	Volume necessário para atender 2 dias de produção

6.13.1.2 Argila natural

Código

AB	Substância	Argila Natural
D	Nome químico ou nome comum	Bentonita, Argila Espectítica
D	Formula química	(Na, Ca)(Al,Mg) ₆ (Si ₄ O ₁₀) ₃ (OH) _{6n} -H ₂ O
D	Número de registro CAS	52623-66-2
D	Densidade aparente	0,96 g/cm ³
D	Solubilidade	Insolúvel em água fria
D	Temperatura de decomposição	N/A
AB	Tamanho de partícula	< 5 µm
C	Estocagem na planta	Volume necessário para atender 2 dias de produção

6.13.2 Modificador Orgânico

6.13.2.1 Modificador Orgânico 1

Código

AB	Substância	Modificador Orgânico 1
AB	Nome químico ou nome comum	Brometo de Hexadeciltrimetilamônio
D	Sinônimo	Cetyltrimethylammonium bromide (CTAB)
D	Formula química	C ₁₉ H ₄₂ BrN
D	Número de registro CAS	57-09-0
G	Densidade aparente	~ 0,95 g/cm ³
D	Solubilidade	36.4 g/l a 20 °C - completamente solúvel
D	Temperatura de decomposição	N/A
C	Estocagem na planta	Volume necessário para atender 1 mês de produção

6.13.2.2 Modificador Orgânico 2

Código

AB	Substância	Modificador Orgânico 2
AB	Nome químico ou nome comum	Cloreto de alquil dimetil benzil amônio
D	Sinônimo	Alkyl dimethylbenzyl ammonium chloride
D	Número de registro CAS	8001-54-5
G	Densidade aparente	~ 0,98 g/cm ³
D	Solubilidade	completamente solúvel
D	Temperatura de decomposição	N/A



C Estocagem na planta Volume necessário para atender 1 mês de produção

6.13.3 Nitrato de prata

Código

AB	Substância	Nitrato de prata
D	Nome químico ou nome comum	Nitrato de prata
D	Formula química	AgNO_3
D	Número de registro CAS	7761-88-8
D	Densidade aparente	$4,350 \text{ g/cm}^3$
D	Solubilidade	N/A
D	Temperatura de decomposição	N/A
C	Estocagem na planta	Volume necessário para atender 1 mês de produção

6.13.4 Sulfato de ferro/amônio

Código

AB	Substância	Sulfato de ferro/amônio
D	Nome químico ou nome comum	Sulfato de amônio-ferro(II) hexahidratado
D	Formula química	$\text{H}_8\text{FeN}_2\text{O}_8\text{S}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
D	Número de registro CAS	7783-85-9
G	Densidade aparente	$\sim 2,84 \text{ g/cm}^3$
D	Solubilidade	N/A
D	Temperatura de decomposição	N/A
C	Estocagem na planta	Volume necessário para atender 1 mês de produção

6.13.5 Resinas

Código

AB	Substância	Polipropileno
F	Nome químico ou nome comum	Polipropileno
F	Número de registro CAS	9003-07-0
F	Densidade aparente	$0,855 \text{ g/cm}^3$
C	Estocagem na planta	Volume necessário para atender 2 dias de produção

Código

AB	Substância	PET
F	Nome químico ou nome comum	Poli(tetraftalato de etileno)
F	Número de registro CAS	25038-59-9
F	Densidade aparente	$1,4 \text{ g/cm}^3$
C	Estocagem na planta	Volume necessário para atender 2 dias de produção

Código

AB	Substância	PEs
F	Nome químico ou nome comum	Polietileno
F	Número de registro CAS	9002-88-4
F	Densidade aparente	$0,91 \text{ g/cm}^3$
C	Estocagem na planta	Volume necessário para atender 2 dias de produção



Código

AB	Substância	PS
F	Nome químico ou nome comum	Poliestireno
F	Número de registro CAS	9003-53-6
F	Densidade aparente	1,05 g/cm ³
C	Estocagem na planta	Volume necessário para atender 2 dias de produção

6.13.6 Esquema Operacional da Unidade

A planta irá operar continuamente durante 264 (duzentos e sessenta quatro) dias por ano e 8 (oito) horas por dia.

Considerando rendimento operacional de 100% teremos 2.112 horas-efetivas / ano.

6.14 ETAPAS DO PROCESSO - CONDIÇÕES OPERACIONAIS

6.14.1 Estocagem dos reagentes

6.14.1.1 Argila de partida

Código

D	Tipo	Silo cilíndrico aço inox com fundo cônico
E	Número de silos	variável (ver na lista dos equipamentos)
C	Tempo de armazenamento	2 dias
C	Capacidade do silo	variável (ver na lista dos equipamentos)
G	Temperatura	20 - 30 °C

6.14.1.2 Água deionizada

Código

D	Tipo	Silo cilíndrico aço inox com fundo cônico
E	Número de silos	variável (ver na lista dos equipamentos)
C	Tempo de armazenamento	1 dia
C	Capacidade do silo	variável (ver na lista dos equipamentos)
G	Temperatura	20 - 30 °C

6.14.1.3 Modificador Orgânico

Código

D	Tipo	Silo cilíndrico aço inox com fundo cônico
E	Número de silos	variável (ver na lista dos equipamentos)
C	Tempo de armazenamento	1 mês
C	Capacidade do silo	variável (ver na lista dos equipamentos)
G	Temperatura	20 - 30 °C

6.14.1.4 Nitrato de prata

Código

D	Tipo	Silo cilíndrico aço inox com fundo cônico
E	Número de silos	variável (ver na lista dos equipamentos)
C	Tempo de armazenamento	1 mês
C	Capacidade do silo	variável (ver na lista dos equipamentos)
G	Temperatura	20 - 30 °C



6.14.1.5 Sulfato de ferro/amônio

Código

D	Tipo	Silo cilíndrico aço inox com fundo cônico
E	Número de silos	variável (ver na lista dos equipamentos)
C	Tempo de armazenamento	1 mês
C	Capacidade do silo	variável (ver na lista dos equipamentos)
G	Temperatura	20 - 30 °C

6.14.1.6 Resinas

Código

D	Tipo	Silo cilíndrico aço inox com fundo cônico
E	Número de silos	variável (ver na lista dos equipamentos)
C	Tempo de armazenamento	2 dias mês
C	Capacidade do silo	variável (ver na lista dos equipamentos)
G	Temperatura	20 - 30 °C

6.14.2 Reatores

Código

D	Tipo	Misturador / Agitador / Aquecedor
E	Número de reatores	Variável (ver na lista dos equipamentos)
E	Volume do reator	Variável (ver na lista dos equipamentos)
C	Fator de preenchimento	85%
AB	Relação modificador orgânico / argila natural	33% em peso
AB	Relação cada aditivo / argila organofílica	5% em peso
E	Número de bateladas / dia / reator	03
G	Tempo total da batelada	2 horas
G	Adição de modificador orgânico	30 min
G	Aquecimento da mistura	2 horas
G	Adição de aditivos	30 min
G	Tempo de reação	2 horas
G	Tempo de transferência	2 min
AB	Temperatura	50 °C
D	Sistema de aquecimento	Serpentina

6.14.3 Utra-som

Código

AB	Tipo	Processador ultrassônico
E	Número de aparelho	Variável (ver na lista dos equipamentos)
D	Potência	Variável (ver na lista dos equipamentos)

6.14.4 Spray-dryers

Código

AB	Tipo	<i>Spray-dryer</i> de alta velocidade por centrifugação
E	Número de aparelho	Variável (ver na lista dos equipamentos)
D	Vazão	Variável (ver na lista dos equipamentos)



6.14.5 Sistema de processamento de *masterbatch*

Código

AB Tipo

Conjunto de extrusora dupla rosca co-rotante, rosca 46mm L/D 40, *side feeder*, cabeçote de granulação, tanque de resfriamento e granulador

E Número de conjunto

Variável (ver na lista dos equipamentos)

D Velocidade produtiva

200 kg/h

6.14.6 Empacotamento

A ser desenvolvido no Projeto Básico.

6.14.7 Tratamento dos efluentes

A ser desenvolvido no Projeto Básico.

6.15 UTILIDADES

A ser desenvolvido no Projeto Básico.

6.16 COEFICIENTES TÉCNICOS

6.16.1 Matéria prima: Argila organofílica

6.16.1.1 *Masterbatches* de nano argila pura (MNAp)

Base:

- 1 t de *masterbatches* de nano argila pura; e
- Repartição dos *masterbatches*: PP (20%), PET (53%), PEBD (7,33%), PEHD (7,33%), PEBDL (7,33%), PS (5%).

Matéria prima - argila:

Argila organofílica	kg	250
---------------------	----	-----

Matéria prima - resinas:

PP	kg	150
PET	kg	398
PEBD	kg	55
PEHD	kg	55
PEBDL	kg	55
PS	kg	38

Utilidade:

Água	m ³	N/A
Eleticidade	Kwh	N/A



6.16.1.2 Masterbatches de nano argila funcionalizada (MNAf)

Base:

- 1 t de *masterbatches* de nano argila funcionalizada;
- A argila organofílica é transformada em argila funcionalizada com a adição de 5% em peso de prata e 5% de ferro; e
- Repartição dos *masterbatches*: PP (20%), PET (53%), PEBD (7,33%), PEHD (7,33%), PEBDL (7,33%), PS (5%).

Matéria prima - argila:

Argila organofílica	kg	227
---------------------	----	-----

Reagentes:

Nitrato de prata	kg	11,4
Sulfato de ferro/amônio	kg	11,4

Solventes:

Água desionizada	m ³	1,25
------------------	----------------	------

Matéria prima - resinas:

PP	kg	150
PET	kg	398
PEBD	kg	55
PEHD	kg	55
PEBDL	kg	55
PS	kg	38

Utilidade:

Água	m ³	N/A
Eletricidade	Kwh	N/A

6.16.2 Matéria prima: Argila natural

6.16.2.1 Masterbatches de nano argila pura (MNAp)

Base:

- 1 t de *masterbatches* de nano argila pura;
- A nano argila natural é transformada em argila organofílica com a adição de 33% em peso de modificador orgânico; e
- Repartição dos *masterbatches*: PP (20%), PET (53%), PEBD (7,33%), PEHD (7,33%), PEBDL (7,33%), PS (5%).

Matéria prima - argila:

Argila natural	kg	188
----------------	----	-----

Reagentes:

Modificador orgânico	kg	62
----------------------	----	----

Solventes:

Água desionizada	m ³	1,25
------------------	----------------	------

Matéria prima - resinas:

PP	kg	150
----	----	-----



PET	kg	398
PEBD	kg	55
PEHD	kg	55
PEBDL	kg	55
PS	kg	38

Utilidade:

Água	m ³	N/A
Eletricidade	Kwh	N/A

6.16.2.2 Masterbatches de nano argila funcionalizada (MNAf)

Base:

- 1 t de *masterbatches* de nano argila funcionalizada;
- A nano argila natural é transformada em argila organofílica com a adição de 33% em peso de modificador orgânico;
- A argila organofílica é transformada em argila funcionalizada com a adição de 5% em peso de prata e 5% de ferro; e
- Repartição dos *masterbatches*: PP (20%), PET (53%), PEBD (7,33%), PEHD (7,33%), PEBDL (7,33%), PS (5%).

Matéria prima - argila:

Argila natural	kg	171
----------------	----	-----

Reagentes:

Modificador orgânico	kg	56
Nitrato de prata	kg	11
Sulfato de ferro/amônio	kg	11

Solventes:

Água desionizada	m ³	1,25
------------------	----------------	------

Matéria prima - resinas:

PP	kg	150
PET	kg	398
PEBD	kg	55
PEHD	kg	55
PEBDL	kg	55
PS	kg	38

Utilidade:

Água	m ³	N/A
Eletricidade	Kwh	N/A



7 COMPETÊNCIAS NECESSÁRIAS PARA OS PROCESSOS PRODUTIVOS

7.1 INTRODUÇÃO

O presente projeto de identificação de habilidades e competências necessárias para os processos produtivos da planta industrial de insumos nanométricos para embalagens plásticas tem como fonte principal o Projeto Pedagógico do Curso Superior Tecnologia em Polímeros (2011) da Faculdade SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - Departamento Regional de São Paulo.

Esse curso prepara profissionais com nível superior, intitulado Tecnólogo em Polímeros. A qualidade das habilidades e competências desses profissionais pode ser comparada com profissionais com formação nas melhores universidades do país em Química Industrial; Bacharelado em Química; Engenharia de Alimentos (desenvolvimento de embalagens); Engenharia de Materiais; Engenharia Química Tecnologia em Materiais e Engenharia de Produção – Materiais.

Além dos profissionais com formação tradicional, a planta industrial de insumos nanométricos para embalagens plásticas poderá contar, no futuro breve, com os primeiros profissionais de nível superior formados no Brasil em Bacharelado em Nanotecnologia (pólos UFRJ e INMETRO) e Engenharia em Nanotecnologia (PUC-Rio).

Deve-se destacar que, na atual conjuntura econômica internacional, o Brasil possui capacidade de atração e retenção de profissionais de alto nível com mestrado e doutorado através da continuidade de programas como RHAE e Ciência sem Fronteiras, esse último é fruto de esforço conjunto dos Ministérios da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e do Ministério da Educação (MEC), por meio de suas respectivas instituições de fomento – CNPq e Capes, e Secretarias de Ensino Superior e de Ensino Tecnológico do MEC.

7.2 COMPETÊNCIAS PROFISSIONAIS NECESSÁRIAS

O profissional selecionado para o trabalho na planta industrial de insumos nanométricos para embalagens plásticas deverá ter a capacidade de gerenciar processos da indústria de materiais poliméricos e desenvolver produtos, garantindo a qualidade, a segurança e a saúde do trabalhador e a proteção do meio ambiente. Os perfis desejáveis de competência poderão ser classificados em gerencial ou técnica sendo as funções e cargos estabelecidas pelas seguintes unidades de competência:

Unidade de Competência 1:

Gerenciar processos da indústria de materiais poliméricos, garantindo a qualidade, a segurança e a saúde do trabalhador e a proteção do meio ambiente.

Unidade de Competência 2:

Desenvolver produtos, garantindo a qualidade, a segurança e a saúde do trabalhador e proteção ao meio ambiente.



Unidade de Competência nº 1: Gerenciar processos da indústria de materiais poliméricos, garantindo a qualidade, a segurança e a saúde do trabalhador e a proteção do meio ambiente.	
Elementos de Competência	Padrões de Desempenho
1.1. Planejar processos da indústria de materiais poliméricos	1.1.1 Estabelecendo recursos materiais e humanos, em relação a equipamentos, utilidades, insumos e custos; 1.1.2 Elaborando fluxograma; 1.1.3 Definindo a sistemática de controle; 1.1.4 Elaborando documentação técnica e registros; 1.1.5 Avaliando os impactos à segurança e à saúde do trabalhador e ao meio ambiente.
1.2. Controlar recursos físicos e humanos	1.2.1. Orientando equipes de trabalho; 1.2.2. Monitorando metas, variáveis de processo e indicadores de desempenho; 1.2.3. Prestando Suporte Técnico; e 1.2.4. Minimizando os riscos do processo e de postos de trabalho.
1.3. Implementar processos produtivos	1.3.1 Mobilizando recursos materiais e humanos; 1.3.2 Estabelecendo pontos críticos do processo; 1.3.3 Identificando os riscos dos postos de trabalho; 1.3.4 Aplicando normas técnicas de segurança, de saúde e do meio ambientes; e 1.3.5 Ajustando as variáveis de processo.
1.4. Planejar processos da indústria de materiais poliméricos	1.4.1 Estabelecendo recursos materiais e humanos, em relação a equipamentos, utilidades, insumos e custos; 1.4.2 Elaborando fluxograma; 1.4.3 Definindo a sistemática de controle; 1.4.4 Elaborando documentação técnica e registros; 1.4.5 Avaliando os impactos à segurança e à saúde do trabalhador e ao meio ambiente.
1.5. Controlar recursos físicos e humanos	1.5.1. Orientando equipes de trabalho; 1.5.2. Monitorando metas, variáveis de processo e indicadores de desempenho; 1.5.3. Prestando Suporte Técnico; e 1.5.4. Minimizando os riscos do processo e de postos de trabalho.
1.6. Implementar processos produtivos	1.6.1 Mobilizando recursos materiais e humanos; 1.6.2 Estabelecendo pontos críticos do processo; 1.6.3 Identificando os riscos dos postos de trabalho; 1.6.4 Aplicando normas técnicas de segurança, de saúde e do meio ambientes; e 1.6.5 Ajustando as variáveis de processo
1.7. Implementar sistema de qualidade	1.7.1 Elaborando documentação técnica e registros; 1.7.2 Orientando equipes de trabalho; 1.7.3 Aplicando ferramentas da qualidade e produtividade; e 1.7.4 Acompanhando indicadores.
1.8. Otimizar processos e resultados	1.8.1 Capacitando equipe de trabalho; 1.8.2 Analisando custos, valores, tempos e métodos; 1.8.3 Propondo tecnologias alternativas; 1.8.4 Adequando Fluxograma do Processo; 1.8.5 Avaliando os impactos à segurança e à saúde do trabalhador e ao meio ambiente; e 1.5.6 Diminuindo desperdícios e perdas.



Unidade de Competência nº 2: Desenvolver produtos, garantindo a qualidade, a segurança e a saúde do trabalhador e proteção ao meio ambiente	
Elementos de Competência	Padrões de Desempenho
2.1. Planejar as atividades de pesquisa e desenvolvimento	2.1.1 Definindo as variáveis envolvidas na pesquisa; 2.1.2 Definindo recursos materiais, humanos e de infra-estrutura; 2.1.3 Definindo o Cronograma de Atividades; e 2.1.4 Registrando o processo de pesquisa.
2.2. Avaliar a viabilidade técnica e econômica	2.2.1 Fazendo pesquisas bibliográficas; 2.2.2 Analisando métodos e processos; 2.2.3 Compondo custos; e 2.2.4 Analisando custos, valores e mercado;
2.3. Analisar o risco do produto à saúde e ao meio ambiente	2.3.1 Realizando pesquisa bibliográfica; 2.3.2 Interpretando a legislação e normas; 2.3.3 Consultando resultados de análises; 2.3.4 Identificando perigos e probabilidade de ocorrência; e 2.3.5 Analisando o ciclo de vida do produto.
2.4. Realizar análises químicas, físicas e físico-químicas	2.4.1 Definindo os ensaios necessários; 2.4.2 Utilizando metodologias e normas; 2.4.3 Utilizando técnicas analíticas; e 2.4.5 Utilizando ferramentas estatísticas.
2.5. Validar matéria-prima, processo e produto	2.5.1 Definindo especificações técnicas e funcionais do produto; 2.5.2 Elaborando o produto; 2.5.3 Testando o desempenho do produto acabado; 2.5.4 Utilizando resultados de análises; e 2.5.5 Simulando processos.

Fonte: Projeto Pedagógico do Curso Superior em Tecnologia em Polímeros - SENAI São Paulo (2011)



7.3 CONTEXTO DE TRABALHO DA HABILITAÇÃO PROFISSIONAL

Meios (equipamentos, máquinas, ferramentas, instrumentos, materiais e outros.)

- Informática (nível de Usuário);
- Normas técnicas e metodologias específicas;
- Legislações de direitos trabalhistas, ambientais, de saúde e segurança;
- Computadores;
- Softwares de simulação de processos;
- Software de desenho assistido;
- Softwares de gerenciamento de produção e processo;
- Interface Homem-Máquina – IHM (painéis de comando máquina e equipamento);
- Equipamentos de proteção individual e proteção coletiva – EPI e EPC;
- Equipamentos de proteção ao produto – EPP;
- Plantas piloto: de destilação contínua, de evaporação, multiprocesso, de tratamento de efluentes (industrial), de reação, de filtragem à vácuo, processos com membranas;
- Planta-piloto de tratamento de superfície;
- Bancadas para estudos: de processos de produção biotecnológicos; de regimes de escoamento (Reynolds-Osborne); de transporte hidráulico; de secagem e umidificação; vazão, pressão e potência de bombas; de agitação, mistura e impulsores; de perda de carga (eficiência de processo);
- Planta semi-industrial de multiprocessos;
- Instrumentos de medição, verificação e controle;
- Controladores de processo;
- Sistemas de comunicação de dados sem fio (wireless);
- Equipamentos de controle do ambiente;
- Válvulas e servo-válvulas (automação);
- Inversores de frequência;
- Motores de corrente contínua e de corrente alternada;
- Sistemas pneumáticos, hidráulicos e eletroeletrônicos;
- Software para escritório (Microsoft Office®);
- Bombas;
- Compressores;
- Tubulações e acessórios;
- Sistema de vácuo;
- Trocadores de calor;
- Caldeira;
- Torre de refrigeração;
- Ciclone;
- Vidrarias e Instrumentos de laboratório;
- Cromatógrafos (gasoso e líquido);
- Espectrômetros (absorção atômica, UV-visível, de chama, infravermelho, de massa);
- Balanças (analítica e semi-analítica);
- Muflas;
- Estufas (com e sem circulação de ar, incubadoras);
- Deionizadores (máquina de corte e solda, sopradoras, pintura e impressão);
- Destiladores (de água);
- Publicações do setor (periódicos técnicos, artigos técnicos, catálogos de produtos e serviços, internet, anais de congressos);
- Data-show;
- Karl Fischer;
- Potenciômetros/ condutivímetros e pHmetros;
- Medidores de gases;
- Microscópios;
- Capelas (fluxo laminar e outros tipos);
- Autoclaves;
- Moinhos;
- Glossmeter (medidor de brilho superficial);
- Agitadores Mecânicos e Magnéticos;
- Banhos-Maria;



- Conjuntos de aquecimento (placas, mantas, baterias);
- Amostradores (coletores de amostras periódicas);
- Refratômetros (índice de refração);
- Gases especiais;
- Reagentes químicos;
- Contadores de colônias (polímeros biodegradáveis);
- Viscosímetros (copo ford, Brookfield, Saybolt, capilares);
- Retificadores de corrente contínua;
- Medidores de espessura de camada (filmes e tubos);
- Calorímetros;
- Lavadoras industriais;
- Aplicadores de tintas (extensores e eletro-motorizado);
- Determinadores de tempo de secagem de tintas;
- Ponto de fulgor (vaso aberto e fechado);
- Medidor de tensão (usado em silk-screen);
- Densímetros;
- Picnômetros (densidade para sólidos);
- Polarímetros;
- Ultrassom;
- Máquina de jateamento (texturização em ferramentas);
- Politriz;
- Câmaras de salt-spray;
- Forno de microondas (teor de carga);
- Medidores de íons específicos;
- Fornos industriais;
- Jar-test (ensaio de turbidez);
- Sopradores térmicos;
- Injetoras de plásticos;
- Filtros em geral;
- Extrusoras de rosca simples e dupla;
- Rotomoldadora;
- Micronizadores;
- Robôs e manipulador de processo;
- Embaladoras;
- Serra;
- Equipamentos de movimentação e transporte de materiais;
- Máquinas de usinagem;
- Misturadores;
- Bobinadeiras;
- Aglutinador;
- Empilhadeira;
- Termoformadora;
- Silos;
- Válvulas rotativas;
- Leitos fluidizados;
- Moegas (sistemas de alimentação à granel);
- Injetores de resina de simulação;
- Câmara de vácuo;
- Equipamentos e ferramentas para prototipagem rápida;
- Modelador tridimensional;
- Equipamento para laminação manual (hand lay up);
- Equipamento para laminação por projeção (spray up);
- Equipamento para centrifugação;
- Equipamento para pultrusão;
- Equipamento para casting;
- Equipamento para modelagem de resinas termofixas (RIM, RTM, SMC, BMC);
- Equipamento para união (ultra-som, fricção, colagem, resistência elétrica, encaixe, térmica, química);
- Equipamento para Ressonância Magnética Nuclear;
- Difratômetro de Raio-X;
- Analisador por fluorescência de Raio-X;
- Controlador de gramatura para filmes;



- Medidores de espessura;
- Metalizador a vácuo;
- Medidor de dimensão;
- Máquina para soldagem de termoplásticos;
- Máquina de corte e solda e periféricos;
- Co-extrusora;
- Prensa;
- Máquina para tratamento corona (bi e tridimensional);
- Dosadores gravimétricos e volumétricos;
- Máquinas para impressão (tampográfica, serigráfica, rotogravura, estampagem com aquecimento, heat transfer, flexográfica, jato de tinta, por sublimação a laser);
- Peneiras vibratórias;
- Rotuladoras;
- Secadores e desumidificadores;
- Moldes e porta-moldes;
- Controladores de temperatura;
- Controladores de pressão;
- Resinas (termofixas, termoplásticas, compósitos, blendas e elastômeros);
- Cargas e reforços (orgânicos e inorgânicos);
- Chapas poliméricas para moldagem;
- Pré-formados para usinagem;
- Aquecedores de molde;
- Calibrador de abertura de matriz;
- Reatores de polimerização;
- Banbury;
- Calandra;
- Reômetro;
- Plastômetro;
- Máquina universal de ensaios (tração, compressão, flexão entre outros);
- Sistema de automação industrial;
- Durômetro;
- Equipamento de ensaio de impacto;
- Ventiladores e compressores;
- Unidade de refrigeração;
- Colorímetro
- Calorímetro Exploratório Diferencial (DSC);
- Analisador Termogravimétrico (TGA);
- Equipamento de HDT/ VICAT;
- Equipamento de abrasão;
- Equipamento de fio incandescente;
- Equipamento de flamabilidade;
- Aspiradores industriais;
- Meios (equipamentos, máquinas, ferramentas, instrumentos, materiais e outros);
- Equipamentos para embalagens blister;
- Cabeçotes e matrizes;
- Equipamentos para teste de combustibilidade;
- Cabine de luz;
- Máquina de envelhecimento acelerado (ozônio, weather-Ometer, entre outros);
- Medidor de coeficiente de fricção;
- Equipamentos para ensaios elétricos (arco voltáico, condutibilidade elétrica, ruptura dielétrica);
- Trançadeiras;
- Células de carga;
- Analisador PVT (pressão, volume, temperatura);
- Equipamentos para teste de pressão hidrostática interna;
- Embolsadeiras;
- Porosímetros;
- Misturadores para dispersão de pigmentos;
- Haspas;
- Espalmadeiras;
- Cargadeiras;
- Alimentador lateral;



- Teares;
- Equipamento para determinação de permeabilidade;
- Equipamentos para a produção de não-tecidos;
- Medidor de tensão de solda;
- Medidor de carga estática;
- Equipamento de ultra som de alta potencia; e
- *Spray-dryer*.

Fonte: Projeto Pedagógico do Curso Superior em Tecnologia em Polímeros - SENAI São Paulo (2011)

Métodos e Técnicas de Trabalho

- Gestão da qualidade;
- Técnicas de segurança e higiene do trabalho;
- Sistema de gestão ambiental;
- Técnicas de relações humanas no trabalho;
- Técnicas de detecção de falhas no processo;
- Técnicas de análises e ensaios químicos, físicos, térmicos, mecânicos, elétricos e físico-químicos;
- Técnicas de instrumentação e controle de processos;
- Técnicas de operação de processos;
- Técnicas de operação de equipamentos;
- Aplicação de normas e procedimentos;
- Técnicas de redação para elaboração de relatórios e procedimentos;
- Técnicas de interpretação e representação de processos Industriais;
- Normas para gerenciamento de laboratórios de análises;
- Técnicas de calibração;
- Técnicas instrumentais de análises;
- Técnicas microbiológicas;
- Técnicas de amostragem;
- Boas práticas de fabricação e boas práticas de laboratório;
- Técnicas estatísticas para análise de resultados (metrologia química);
- Técnicas de validação de ensaios;
- Técnicas de preparação de amostras;
- Técnicas de ensaios de corrosão acelerado;
- Técnicas analíticas e laboratoriais;
- Técnicas de eletro-deposição;
- 6-Sigma;
- Técnicas de sistemas integrados de gestão; e
- Técnicas de grupo autônomo de trabalho.

Fonte: Projeto Pedagógico do Curso Superior em Tecnologia em Polímeros - SENAI São Paulo (2011)

Condições de Trabalho

- Ambientes de fábrica, laboratórios e em campo;
- Trabalho sob tensão emocional;
- Utilização de máquinas, ferramentas e equipamentos com diferentes graus de riscos;
- Ambientes insalubres e perigosos;
- Ambientes com riscos químicos, ergonômicos, físicos, biológicos e de acidentes;
- Ambientes com grande volume de informações;
- Trabalho com alta velocidade de decisões e respostas;
- Trabalho com exigência de capacidade de priorização;
- Disponibilidade para trabalho em turnos e viagens;
- Manipulação de materiais perigosos – Medidas preventivas: uso de equipamentos de proteção individual e coletiva – EPI e EPC, vacinação, exames médicos periódicos;
- Possíveis condições ergonômicas desfavoráveis;
- Assistência e compras/vendas técnicas;
- Ambiente de negociação; e
- Ambientes com pressão positiva.

Fonte: Projeto Pedagógico do Curso Superior em Tecnologia em Polímeros - SENAI São Paulo (2011)



8 TAMANHO E LOCALIZAÇÃO

8.1 INTRODUÇÃO

Esse capítulo apresenta o tamanho ótimo da planta industrial de insumos nanométricos e oferece um modelo de decisão, com fatores e opções de localização, que busca contribuir com a decisão do investidor na definição da localização ótima da planta industrial de insumos nanométricos na próxima fase desse estudo.

8.2 TAMANHO ÓTIMO

Tendo em vista os cálculos de volume e produção e as dimensões dos equipamentos apresentados no capítulo 6, foi estimado o tamanho ótimo ou Escala Mínima Eficiente (EME) para instalação da planta industrial de insumos nanométricos. Nesse sentido, serão necessários 300 m² para acomodação da planta de produção de 1800 tonelada por ano de MNAp e 400 tonelada por ano de MNAf. O tamanho considerado deverá possibilitar a produção suficiente de produto para atender a demanda até o ano 7, sendo necessária uma expansão a partir do ano 8 para uma área de 500 m².

8.3 LOCALIZAÇÃO

Como a análise quantitativa de macrolocalização e microlocalização da planta industrial de insumos nanométricos envolvem aspectos bastante complexos, buscou-se primeiramente identificar opções de localizações potenciais, para o investidor em sequência validá-las pela metodologia do FEL - *Front End Loading* através de modelos logísticos e econométricos, focados em escala de projeto, custos de produção e logística de insumos e nanoproductos.

Entre as várias alternativas possíveis de localização, a decisão do investidor deverá recair sobre aquela que implicar na menor relação custo/benefício, quando considerados conjuntamente todos os fatores macrolocaionais sugeridos nesse estudo.

A indústria de nanomanufatura de alta tecnologia, contudo, demanda técnicos e engenheiros altamente especializados. Nesse caso, as condições de acesso a lazer e a cultura, condições e ambiente de trabalho e logística de acesso demandadas por essa mão de obra qualificada, exercem maior peso na captação e retenção de talentos e contribuem com a importância dos fatores qualitativos e não econômicos no estudo de localização.

8.3.1 FATORES DE MACROLOCALIZAÇÃO INDUSTRIAL

Considerando a premissa de que a planta industrial de insumos nanométricos será uma pessoa jurídica privada com fins lucrativos e deverá prover atração de mão de obra altamente qualificada, sua localização industrial deverá contribuir com a máxima rentabilidade do capital a ser investido pelo potencial investidor, bem como estar próxima de um ambiente favorável ao desenvolvimento de inovações tecnológicas.

Nesse sentido, um modelo básico de fatores de macrolocalização da planta industrial de insumos nanométricos foi elaborado para contribuir com as decisões futuras do investidor. Além do modelo, estão disponíveis no Anexo 2 desse estudo de viabilidade, mapas gerados por tecnologia de geoprocessamento com informações baseadas em fatores de macrolocalização considerados mais relevantes.



Tabela 27 - Modelo básico de fatores de macrolocalização

Fatores	Grau para opções de localização					Importância para o projeto insumos nanométricos
	w_1	w_2	w_3	w_4	w_n	
Acesso a Capital	a_{11}	a_{12}		a_{1j}	a_{1n}	Irrelevante
Acesso a laboratórios de metrologia, materiais de referência, e procedimentos de caracterização de nanomateriais						Condicionante
Acesso a laboratórios de P&D&I						Condicionante
Acesso a rede de pesquisa e análises em nano toxicologia						Condicionante
Atuação de parceiros como setor público e associações de classe, etc.						Pouco condicionante
Base científica e patentária local						Crítica
Condições de acesso à <i>know how</i> na produção de nano insumos						Crítica
Custo da terra						Condicionante
Custo e eficiência dos transportes						Condicionante
Disponibilidade de energia e água						Condicionante
Disponibilidade e custos da mão-de-obra						Condicionante
Existência de instalações						Pouco condicionante
Incentivos fiscais e financeiros						Condicionante
Infra-estrutura para remoção de resíduos						Crítico
Licença ambiental						Condicionante
Localização dos concorrentes						Irrelevante
Número de estabelecimentos industriais						Pouco condicionante
Oferta de transporte aéreo						Pouco condicionante
Proximidade com cursos superiores em nanotecnologia						Crítico
Proximidade com escolas técnicas						Condicionante
Proximidade da indústria de resinas termoplásticas						Pouco condicionante
Proximidade da indústria de transformadores plásticos						Crítico
Proximidade dos insumos argilo minerais						Pouco condicionante
Proximidade e suprimento de outros insumos materiais						Pouco condicionante
Qualidade do meio ambiente (condições de realização do bem-estar do homem)						Condicionante
Universidades orientadas para pesquisa (conexão ciência-indústria)	a_{m1}	a_{m2}	a_{11}	a_{mj}	a_{mn}	Crítico

a_{ij} = Grau para opções de localização (4 - Excelente, 3 - Bom, 2 - Regular e 1 - Fraco)

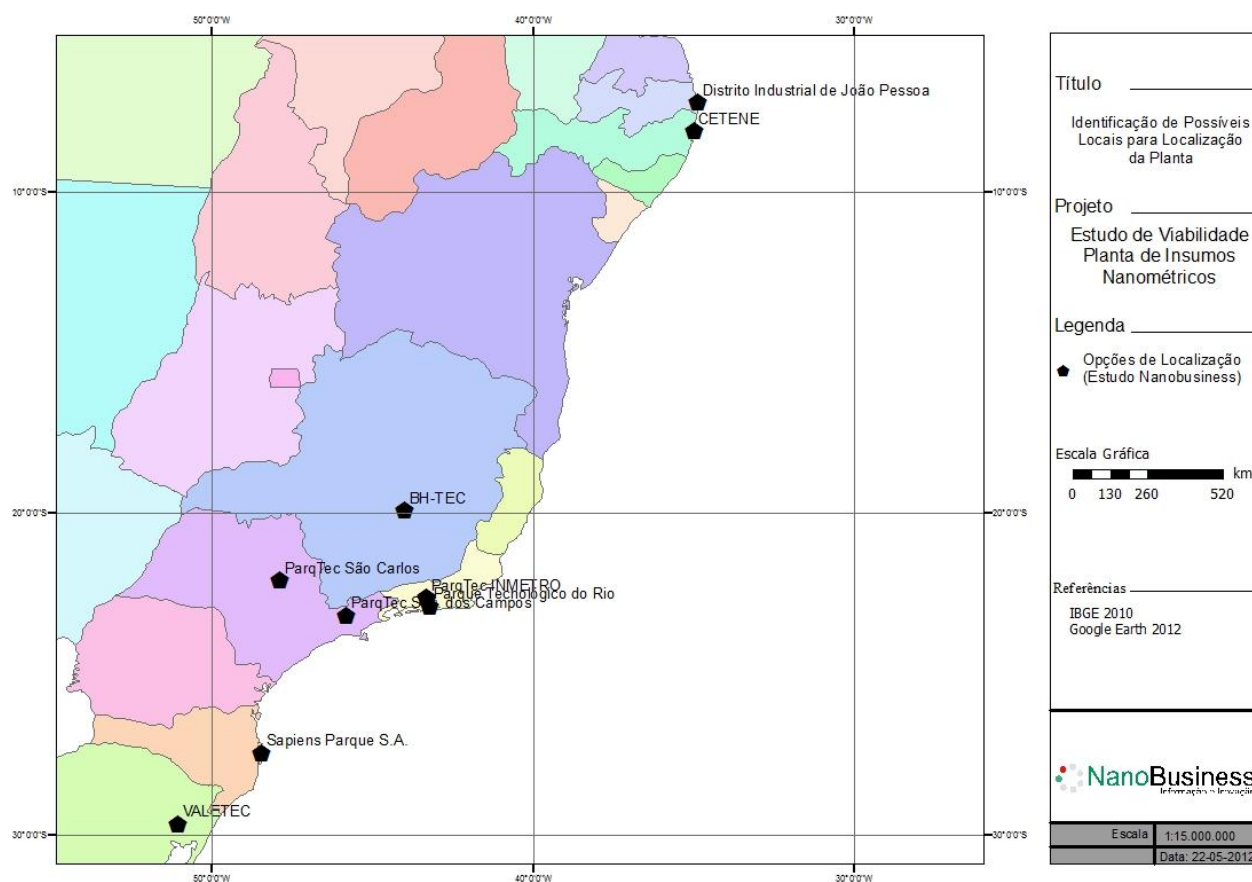
w_i = Opções de localização

Fonte: NanoBusiness (2012)

As opções de localização sugeridas nessa fase preliminar consistem em parques tecnológicos e distritos industriais existentes no Brasil. Nessa fase FEL1 as opções sugeridas são o Distrito Industrial de João Pessoa, Cetene, BH-tec, Parque Tecnológico do INMETRO, Parque Tecnológico do Rio, Parque Tecnológico de São Carlos, Parque Tecnológico de São José dos Campos, Sapiens Parque e Valetec.



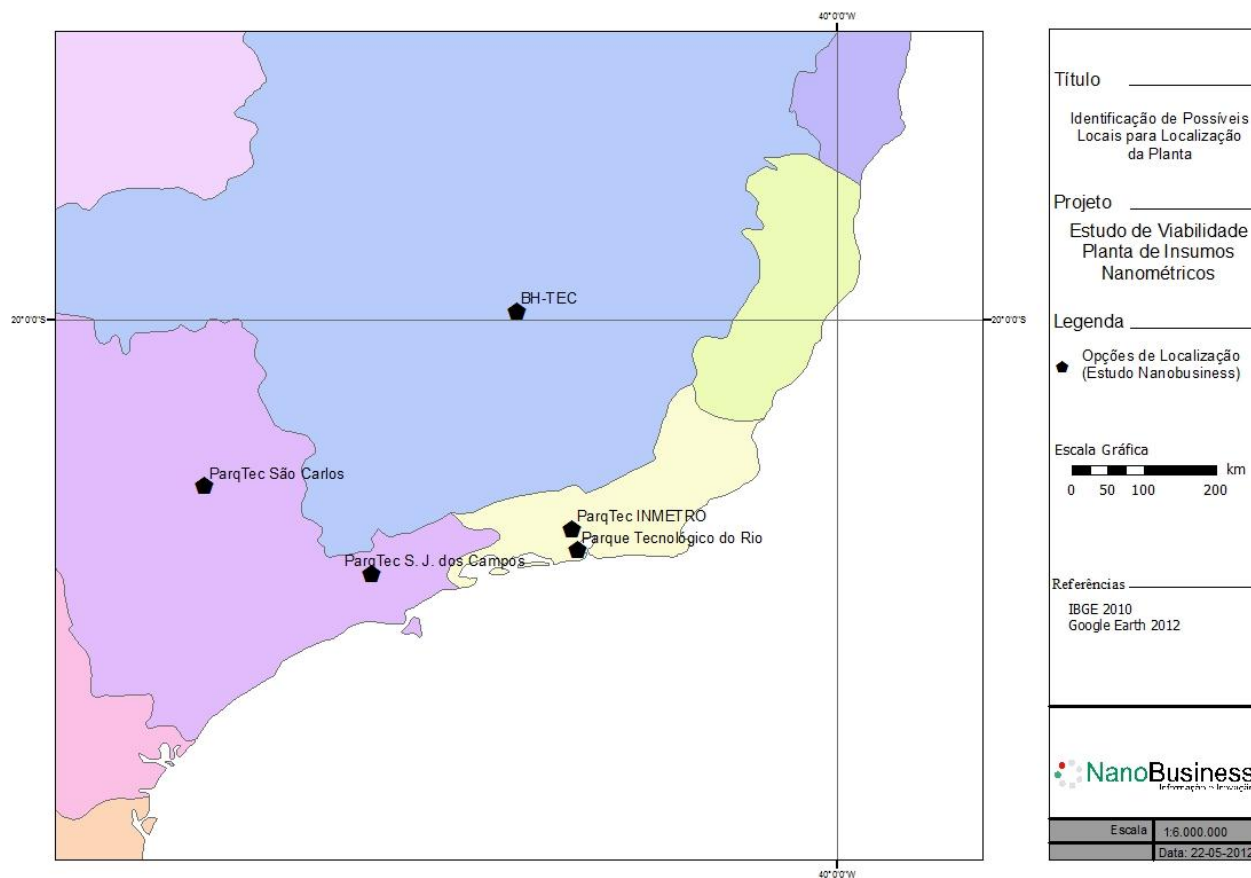
Figura 15 - Opção de localização - Brasil



Fonte: NanoBusiness (2012)



Figura 16 - Opção de localização - Sudeste

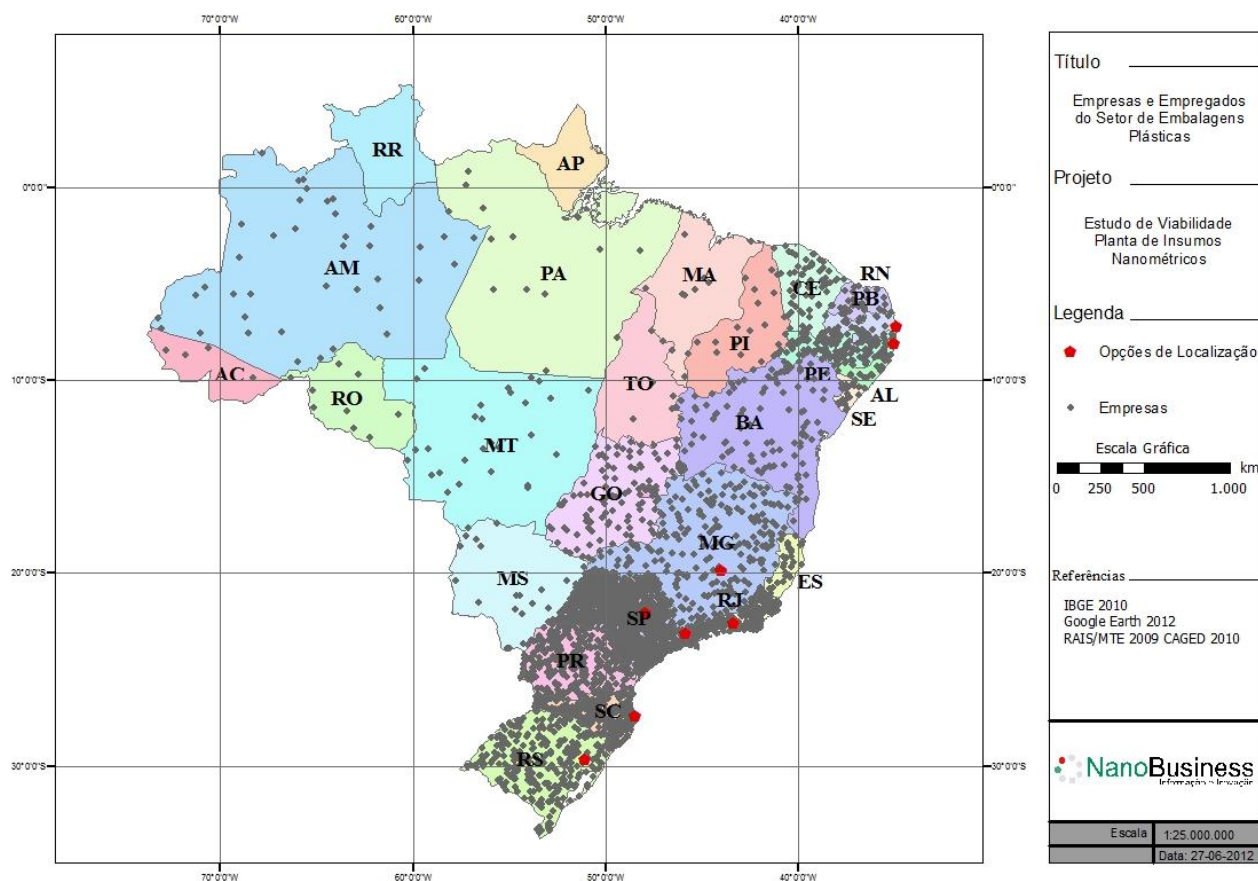


Fonte: NanoBusiness (2012)



Sendo o fator de macrolocalização (Proximidade da indústria de transformadores plásticos) considerado de importância crítica, construiu-se um mapa com a distribuição de empresas fabricantes de embalagens plásticas associado às opções de localização.

Figura 17 - Distribuição de empresas fabricantes de embalagens plásticas associado às opções de localização



Fonte: NanoBusiness (2012)



9 AVALIAÇÃO ECONÔMICO-FINANCEIRA

Este documento apresenta o Capex (Capital Expenditure), o Opex (Operational Expenditure) e os resultados da avaliação econômico-financeira das alternativas estudadas para a implantação de projeto de insumos manométricos.

9.1 CENÁRIOS

Os cenários abaixo foram considerados para o Capex, Opex e análise econômico-financeira, totalizando 8 cenários para Capex e 12 cenários para Opex.

CENÁRIOS				
Matéria-prima	Produto	Fase	Opex	Cod.
Argila Organofílica	MNAp + MNAf (Masterbatch Nanoargila Pura + Masterbatch Nano Argila Funcionalizada)	Implantação		AO.a.1
		Expansão		AO.a.2
	MNAp (Masterbatch Nanoargila Pura)	Implantação		AO.b.1
		Expansão		AO.b.2
Argila Natural	MNAp + MNAf (Masterbatch Nanoargila Pura + Masterbatch Nano Argila Funcionalizada)	Implantação	1. MO 1 2. MO 2	AN.a.1-MO1 AN.a.1-MO2
		Expansão	1. MO 1 2. MO 2	AN.a.2-MO1 AN.a.2-MO2
	MNAp (Masterbatch Nanoargila Pura)	Implantação	1. MO 1 2. MO 2	AN.b.1-MO1 AN.b.1-MO2
		Expansão	1. MO 1 2. MO 2	AN.b.2-MO1 AN.b.2-MO2

Fonte: NanoBusiness (2012)

A capacidade de produção de nano argila pura e funcionalizada na Implantação e Expansão para o caso de *Masterbatch* Nanoargila Pura + Funcionalizada (MNAp + MNAf) é representada pelo total abaixo. Para o caso de *Masterbatch* Nanoargila Pura (MNAp) somente a produção de nano argila pura foi considerada.

Fases	Produto	Produção	
Implantação	Masterbatch Nanoargila Pura	1.800	t/a
	Masterbatch Nanoargila Funcionalizada	400	t/a
Expansão (A partir do ano 8)	Masterbatch Nanoargila Pura	4.100	t/a
	Masterbatch Nanoargila Funcionalizada	900	t/a

Fonte: NanoBusiness (2012)



9.2 CAPEX

Neste item está apresentada a estimativa de custos necessários para a implantação das alternativas de plantas de nano insumo e as premissas consideradas nessa estimativa.

9.2.1 Premissas Gerais

A metodologia para custeio foi parcialmente por cotações e também pela aplicação de fatores por analogia a outros projetos. Os critérios e premissas estão indicados abaixo:

Item	Dados	Premissa
Engenharia	6%	dos custos diretos para projeto conceitual, básico e detalhado.
Gerenciamento da construção	4%	dos custos diretos para cobrir o time de gerenciamento durante a obra.
Construção civil implantação	900.000	R\$ 3000/m2. Área construída 300m2. Custo unitário galpão com acabamento de nível médio, fundações rasas e eventualmente fundações profunda para alguns equipamentos, instalação elétrica.
Construção civil expansão	20%	Verba para reforma e reinstalações. Percentual do valor da Construção Civil da implantação.
Instalação / montagem	20%	do fornecimento
Equipamentos		Método de custeio: 80% cotação + estimativa + banco de dados + fator para cobrir itens não listados pela Engenharia nessa fase
<i>percentual itens não listados</i>	15%	do valor dos equipamentos
<i>Frete</i>	1%	Para frete rodoviário nacional
Outros materiais: tubulação etc	40%	Percentual estimado dos equipamentos
Outros custos	6%	Verba com base em percentual do total para cobrir os custos abaixo.
<i>Infraestrutura temporária (almoxarifado, escritório)</i>		
<i>Equipe do Projeto</i>		Time que acompanha o projeto por parte da Nanobusiness, inclui salários, encargos, despesas de transporte e alimentação.
<i>Luz, água, energia, esgoto para período de construção</i>		
<i>Segurança patrimonial</i>		
<i>Treinamento dos operadores</i>		
<i>Terreno</i>		
<i>Outros</i>		
Contingência	15%	Percentual adotado para cobrir as incertezas do projeto.
Seguros	1%	Percentual estimado com base em histórico.
Taxa Meio Ambiente	0,5%	taxa de meio ambiente
Impostos e tributos	Inclusos	Premissa: Rio de Janeiro
Moeda	Real	
Data Base	Junho 2012	As propostas dos equipamentos são de Junho de 2012 e tem validade de 90 dias.

Fonte: NanoBusiness (2012)



9.2.2 Resumo do Capex

Abaixo estão apresentadas as estimativas de custos para os 8 cenários de Capex: Argila Organofílica e Argila Natural, na Implantação e Expansão, para produção de Masterbatch Nanoargila Pura e Funcionalizada e, alternativamente, para a produção de Masterbatch Nanoargila Pura unicamente.

Item	ARGILA ORGANOFÍLICA (AO)								ARGILA NATURAL (AN)							
	(Valores em R\$)								(Valores em R\$)							
	MASTERBATCH ARGILA NATURAL E FUNCIONALIZADA				MASTERBATCH ARGILA NATURAL				MASTERBATCH ARGILA NATURAL E FUNCIONALIZADA				MASTERBATCH ARGILA NATURAL			
	Implantação AO	Expansão AO	Total AO	%	Implantação AO	Expansão AO	Total AO	%	Implantação AN	Expansão AN	Total AN	%	Implantação AN	Expansão AN	Total AN	%
Engenharia	453.000	383.000	836.000	4%	418.000	354.000	772.000	4%	577.000	382.000	959.000	4%	564.000	377.000	941.000	4%
Gerenciamento da Construção	302.000	255.000	557.000	3%	278.000	236.000	514.000	3%	385.000	255.000	640.000	3%	376.000	251.000	627.000	3%
Construção Civil	900.000	180.000	1.080.000	6%	900.000	180.000	1.080.000	6%	900.000	180.000	1.080.000	5%	900.000	180.000	1.080.000	5%
Instalação / Montagem	1.108.800	1.032.920	2.141.720	11%	1.009.960	952.000	1.961.960	11%	1.452.360	1.030.960	2.483.320	11%	1.415.960	1.017.240	2.433.200	11%
Equipamentos	3.960.000	3.689.000	7.649.000	40%	3.607.000	3.400.000	7.007.000	40%	5.187.000	3.682.000	8.869.000	41%	5.057.000	3.633.000	8.690.000	41%
Materiais	1.584.000	1.475.600	3.059.600	16%	1.442.800	1.360.000	2.802.800	16%	2.074.800	1.472.800	3.547.600	16%	2.022.800	1.453.200	3.476.000	16%
Outros Custos	530.000	448.000	978.000	5%	489.000	414.000	903.000	5%	675.000	447.000	1.122.000	5%	660.000	441.000	1.101.000	5%
Subtotal	8.837.800	7.463.520	16.301.320	86%	8.144.760	6.896.000	15.040.760	86%	11.251.160	7.449.760	18.700.920	86%	10.995.760	7.352.440	18.348.200	86%
Contingência	1.326.000	1.120.000	2.446.000	13%	1.222.000	1.034.000	2.256.000	13%	1.688.000	1.117.000	2.805.000	13%	1.649.000	1.103.000	2.752.000	13%
Seguros	102.000	86.000	188.000	1,0%	94.000	79.000	173.000	1,0%	129.000	86.000	215.000	1,0%	126.000	85.000	211.000	1,0%
Meio Ambiente	51.000	43.000	94.000	0,5%	47.000	40.000	87.000	0,5%	65.000	43.000	108.000	0,5%	64.000	43.000	107.000	0,5%
Total	10.316.800	8.712.520	19.029.320	100%	9.507.760	8.049.000	17.556.760	100%	13.133.160	8.695.760	21.828.920	100%	12.834.760	8.583.440	21.418.200	100%
Precisão da Estimativa:																
Limite superior + 50%	15.475.200	13.068.780	28.543.980		14.261.640	12.073.500	26.335.140		19.699.740	13.043.640	32.743.380		19.252.140	12.875.160	32.127.300	

Fonte: NanoBusiness (2012)



9.3 OPEX

Neste item são apresentadas a estimativa de custos operacionais e as premissas consideradas.

9.3.1 Premissas gerais

A seguir são apresentadas as premissas adotadas para o Opex:

A capacidade nominal produtiva da planta industrial de produção de nano insumo para a indústria de embalagens plásticas, a partir de argila organofílica (AO) ou argila natural (AN) será de 1.800 toneladas/ ano de *masterbatches* de nano argila pura (MNAp) e/ou sem 400 toneladas/ ano de *masterbatches* de nano argila funcionaliza (MNAf) com perspectivas de expansão para 4.100 e 900 toneladas por ano, respectivamente.

A planta irá operar continuamente durante 264 (duzentos e sessenta quatro) dias por ano e 8 (oito) horas por dia.

9.3.2 Custos Variáveis

9.3.2.1 Reagentes e insumos

Tabela 28 - Reagentes e insumos MNAp - Matéria prima: argila organofílica

AO - Custos Insumo por tonelada de MNAp				
	Fração	Quantidade (t)	Preço Unitário (R\$/t)	Valor (R\$)
Carga	25%			
Argila Organofílica	100%	0,25	15.000,00	3.750,00
Resina	75%			
Resina PP	20%	0,15	4.699,00	705,32
Resina PET	53%	0,40	3.531,15	1.408,78
Resina PEs	22%	0,16	4.170,33	681,93
Resina PE	5%	0,04	4.281,00	160,21
Preço total MNAp (R\$/t)				6.706,24

Fonte: NanoBusiness (2012)

Tabela 29 - Reagentes e insumos MNAf - Matéria prima: argila organofílica

AO - Custos Insumo por tonelada de MNAf				
	Fração	Quantidade (t)	Preço Unitário (R\$/t)	Valor (R\$)
Carga	25%			
Argila Organofílica	90%	0,23	15.000,00	3.375,00
Nitrato de Prata	5%	0,01	1.936.000,00	24.200,00
Sulfato de Ferro/Amônio	5%	0,01	698.000,00	8.725,00
Resina	75%			
Resina PP	20%	0,15	4.699,00	705,32
Resina PET	53%	0,40	3.531,15	1.408,78
Resina PEs	22%	0,16	4.170,33	681,93
Resina PE	5%	0,04	4.281,00	160,21
Preço total tonelada de MNAf (R\$/t)				39.256,24

Fonte: NanoBusiness (2012)



Tabela 30 - Reagentes e insumos MNAp - Matéria prima: argila natural - Modificador orgânico 1

AN - Custos Insumo por tonelada de MNAp utilizando o MO1				
	Fração	Quantidade (t)	Preço Unitário (R\$/t)	Valor (R\$)
Carga	25%			
Argila Natural	75%	0,19	900,00	169,17
Modificador orgânico 1	25%	0,06	874.000,00	54.214,29
Resina	75%			
Resina PP	20%	0,15	4.699,00	705,32
Resina PET	53%	0,40	3.531,15	1.408,78
Resina PEs	22%	0,16	4.170,33	681,93
Resina PE	5%	0,04	4.281,00	160,21
Preço total tonelada de MNAp (R\$/t)				57.339,70

Fonte: NanoBusiness (2012)

Tabela 31 - Reagentes e insumos MNAf - Matéria prima: argila natural - Modificador orgânico 1

AN - Custos Insumo por tonelada de MNAf utilizando o MO 1				
	Fração	Quantidade (t)	Preço Unitário (R\$/t)	Valor (R\$)
Carga	25%			
Argila Natural	68%	0,17	900,00	152,26
Modificador orgânico 1	22%	0,06	874.000,00	48.792,86
Nitrato de Prata	5%	0,01	1.936.000,00	24.200,00
Sulfato de Ferro/Amônio	5%	0,01	698.000,00	8.725,00
Resina	75%			
Resina PP	20%	0,15	4.699,00	705,32
Resina PET	53%	0,40	3.531,15	1.408,78
Resina PEs	22%	0,16	4.170,33	681,93
Resina PE	5%	0,04	4.281,00	160,21
Preço total tonelada de MNAf (R\$/t)				84.826,35

Fonte: NanoBusiness (2012)

Tabela 32 - Reagentes e insumos MNAp - Matéria prima: argila natural - Modificador orgânico 2

AN - Custos Insumo por tonelada de MNAp utilizando o MO2				
	Fração	Quantidade (t)	Preço Unitário (R\$/t)	Preço (R\$/t)
Carga	25%			
Argila Natural	75%	0,19	900,00	169,17
Modificador orgânico 2	25%	0,06	10.363,29	642,84
Resina	75%			
Resina PP	20%	0,15	4.699,00	705,32
Resina PET	53%	0,40	3.531,15	1.408,78
Resina PEs	22%	0,16	4.170,33	681,93
Resina PE	5%	0,04	4.281,00	160,21
Preço total tonelada de MNAp (R\$/t)				3.768,25

Fonte: NanoBusiness (2012)



Tabela 33 - Reagentes e insumos MNAf - Matéria prima: argila natural - Modificador orgânico 2

AN - Custos Insumo por tonelada de MNAf utilizando o MO2				
	Fração	Quantidade (t)	Preço Unitário (R\$/t)	Valor (R\$)
Carga	25%			
Argila Natural	68%	0,17	900,00	152,26
Modificador orgânico 2	22%	0,06	10.363,29	578,55
Nitrato de Prata	5%	0,01	698.000,00	8.725,00
Sulfato de Ferro/Amonio	5%	0,01	698.000,00	8.725,00
Resina	75%			
Resina PP	20%	0,15	4.699,00	705,32
Resina PET	53%	0,40	3.531,15	1.408,78
Resina PEs	22%	0,16	4.170,33	681,93
Resina PE	5%	0,04	4.281,00	160,21
Preço total tonelada de MNAf (R\$/t)				21.137,05

Fonte: NanoBusiness (2012)

9.3.2.2 Resumo custos variáveis

Os custos anuais de insumos e utilidades estão resumidos nas Tabelas 34, 35 e 36 em função da matéria prima, do modificador orgânico, dos produtos finais e da fase da planta.

Neste estado preliminar do estudo, foi assumido um valor fixo em utilidades de R\$ 104.000,00 para todos cenários de acordo com estudo similar.

Tabela 34 - Custos variáveis - Matéria prima: argila organofílica

	Reagentes e Insumos		Utilidades	Custo Variável
	R\$/t	R\$/ano	R\$/ano	R\$/ano
Implantação				
MNAp	6.706,24	12.071.230	104.100	12.175.330
MNAp + MNAf	6706,24 / 39.256,24	27.773.725	104.100	27.877.825
Expansão				
MNAp	6.706,24	27.495.578	104.100	27.599.678
MNAp + MNAf	6706,24 / 39.256,24	62.826.193	104.100	62.930.293

Fonte: NanoBusiness (2012)

Tabela 35 - Custos variáveis - Matéria prima: argila natural - Modificador orgânico 1

	Reagentes e Insumos		Utilidades	Custo Variável
	R\$/t	R\$/ano	R\$/ano	R\$/ano
Implantação				
MNAp	57.339,70	103.211.455	104.100	103.315.555
MNAp + MNAf	57.339,70 / 84.826,35	137.141.996	104.100	137.246.096
Expansão				
MNAp	57.339,70	235.092.759	104.100	235.196.859
MNAp + MNAf	57.339,70 / 84.826,35	311.436.475	104.100	311.540.575

Fonte: NanoBusiness (2012)



Tabela 36 - Custos variáveis - Matéria prima: argila natural - Modificador orgânico 2

	Reagentes e Insumos		Utilidades	Custo Variável
	R\$/t	RS/ano	R\$/ano	R\$/ano
Implantação				
MNAp	3.768,25	6.782.845	104.100	6.886.945
MNAp + MNAf	3.768,25 / 21.137,05	15.237.664	104.100	15.341.764
Expansão				
MNAp	3.768,25	15.449.815	104.100	15.553.915
MNAp + MNAf	3.768,25 / 21.137,05	34.473.156	104.100	34.577.256

Fonte: NanoBusiness (2012)

9.3.3 Custos fixos

9.3.3.1 Custo total de operação

9.3.3.1.1 Custos de mão-de-Obra

Para todo os cenários na fase de implantação:

Tabela 37 - Custos de Mão-de-obra - implantação

P&D e Gestão	Qtde	Salários	Encargos	No. Salários (*)	Total (R\$/ano)
Diretor Executivo	1	14.000	80%	15	378.000
Diretor de P&D	1	12.000	80%	15	324.000
Gerente de Vendas	1	9.500	80%	15	256.500
Gerente Financeiro	1	9.500	80%	15	256.500
				Total:	1.215.000
Mão-de-Obra (Processo)	Homens / Turno	Salários	Encargos	No. Salários	Total (R\$/ano)
Engenheiro	1	7.000	80%	15	189.000
Técnico	1	3.500	80%	15	94.500
Operador	2	2.000	80%	15	108.000
Estagiário	1	600		13	7.800
				Total:	399.300

Fonte: NanoBusiness (2012)

(*) Foi incluído bônus de 14º e 15º salário para todos funcionários.



Para todos os cenários na fase de expansão:

Tabela 38 - Custos de mão de obra – Expansão

P&D e Gestão	Qtde	Salários	Encargos	No. Salários (*)	Total (R\$/ano)
Diretor Executivo	1	14.000	80%	15	378.000
Diretor de P&D	1	12.000	80%	15	324.000
Gerente de Vendas	1	9.500	80%	15	256.500
Gerente Financeiro	1	9.500	80%	15	256.500
				Total:	1.215.000
Mão-de-Obra (Processo)	Homens / Turno	Salários	Encargos	No. Salários	Total (R\$/ano)
Engenheiro	2	7.000	80%	15	378.000
Técnico	2	3.500	80%	15	189.000
Operador	3	2.000	80%	15	162.000
Estagiário	1	600		13	7.800
				Total:	736.800

(*) Foi incluído bônus de 14º e 15º salário para todos funcionários.

9.3.3.1.2 Diversos

Para todos os cenários:

Tabela 39 - Aluguel das instalações

Valor Unit. (R\$/m²/ano)	Área Total (m²)	Total (R\$/ano)
48	1.000	48.000

Fonte: NanoBusiness (2012)

Tabela 40 - Equipamentos de proteção individual

Valor (R\$/conjunto)	Conjuntos / Ano	Total (R\$/ano)
120	120	14.400

Fonte: NanoBusiness (2012)

9.3.3.1.3 Manutenção

O valor apresentado sob esta designação foi calculado com base na aplicação da taxa média de 2% sobre os investimentos fixos estimados.

Este valor corresponde aos dispêndios com peças e suprimentos de natureza variada.

Para todos os cenários em função da matéria prima, dos produtos produzidos pela planta e da sua fase:

Tabela 41 - Serviços de manutenção

Matéria prima	Produtos	Instalação (R\$/ano)	Expansão (R\$/ano)
AO	MNAp + MNAf	309.504,00	537.279,60
	MNAp	285.232,80	495.682,80
AN	MNAp + MNAf	393.994,80	621.357,60
	MNAp	385.042,80	642.546,00

Fonte: NanoBusiness (2012)



9.3.3.1.4 Custos fixos indiretos

Os custos fixos indiretos são compostos da overhead da planta (10% do custo total das operações) e do seguro (3% do custo de Investimento total)

Para todos os cenários em função da matéria prima, dos produtos produzidos pela planta e da sua fase:

Tabela 42 - Custos fixos indiretos

Matéria prima	Produtos	Instalação (R\$/ano)	Expansão (R\$/ano)
AO	MNAp + MNAf	663.716,40	1.061.907,36
	MNAp	624.882,48	995.352,48
AN	MNAp + MNAf	798.901,68	1.196.432,16
	MNAp	784.578,48	909.060,60

Fonte: NanoBusiness (2012)

9.3.4 Resumo do Opex

Opex (R\$/ ano para total de toneladas)				Implantação	Expansão
Argila Natural	MNAp + MNAf (Argila Pura + Funcionalizada)	Custos Fixos	Ambos	2.878.000	3.840.400
		Custos Variáveis	MO1	137.246.096	311.540.575
	MO2		15.341.764	34.577.256	
	MNAp (somente argila pura)	Custos Fixos	Ambos	2.854.700	3.574.200
		Custos Variáveis	MO1	103.315.555	235.196.859
			MO2	6.886.945	15.553.915
Opex (R\$/ ano para total de toneladas)				Implantação	Expansão
Argila Organofílica	MNAp + MNAf (Argila Pura + Funcionalizada)	Custos Fixos		2.658.300	3.621.800
		Custos Variáveis		27.877.825	62.930.293
	MNAp (somente argila pura)	Custos Fixos		2.595.200	3.513.600
		Custos Variáveis		12.175.330	27.599.678

Fonte: NanoBusiness (2012)

9.4 RESULTADOS DA ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA

O critério adotado para aferição da rentabilidade do projeto, para fins desta abordagem preliminar, foi o fluxo de caixa descontado no período de 13 (treze) anos. Por esse critério, a rentabilidade é expressa pela taxa que torna iguais os valores atuais da série de desembolsos para investimentos ocorridos na implantação e expansão, e da série de entradas líquidas de caixa relativas à operação do empreendimento.

A taxa interna de rentabilidade é conferida no sentido estritamente econômico, qual seja o de aferir o grau de atratividade ao projeto, levando em conta financiamento de 90% com juros 4% ao ano, 4 anos de carência e pagamento em 6 anos de acordo com a linha inovação PSI do BNDES. Além dessa operação de crédito, foi considerado benefício fiscal de 34% (sobre juros).

Devido à imprecisão intrínseca que essa fase de estudo de viabilidade apresenta, foi utilizado o limite superior do Capex de 50%.



A seguir são apresentadas as bases e premissas adotadas para a elaboração do fluxo de caixa do empreendimento considerado assim como os valores obtidos.

9.4.1 Períodos de Implantação e Operação

O prazo considerado para implantação do empreendimento foi de 01 (hum) ano, com investimento na implementação nesse período e uma opção de investimento no ano 8 na expansão da capacidade produtiva.

O período operacional considerado foi de 13 (treze) anos sendo que, no primeiro ano operacional, a planta atingirá 33% da sua capacidade nominal e nos restantes o descrito na Tabela 43 em dois cenários: (1) sem expansão; e (2) com expansão.

Nesses cenários, a capacidade de produção anual tem como premissa atender 100% do mercado brasileiro estimado na Estimativa da Demanda.

Tabela 43 - Produção anual (% capacidade)

Ano	Implantação + Exp999ansão	Implantação
1	33%	33%
2	35%	35%
3	50%	50%
4	61%	61%
5	72%	72%
6	89%	89%
7	100%	100%
8	52%	100%
9	60%	100%
10	69%	100%
11	75%	100%
12	89%	100%
13	100%	100%

Fonte: NanoBusiness (2012)

9.4.2 Formação da receita bruta

A formação da receita considera o preço de venda (FOB) para o *Masterbatch* Nanoargila Pura de R\$ 15.000,00 por tonelada do produto e para o *Masterbatch* Nanoargila Funcionalizada R\$ 30.000,00 por tonelada do produto.

Deve-se ressaltar que para uma tonelada de embalagens plásticas a indústria de transformadores plásticos terá que consumir 80% de resina convencional e adicionar 20% de um dos produtos *Masterbatch* supracitados.



9.4.3 Formação do capital de giro

O capital de giro adotado como sendo 1/12 sobre a receita projetada do ano seguinte.

9.4.4 Encargos sobre as vendas

Os impostos incidentes sobre as vendas foram calculados das seguintes formas:

- PIS / COFINS: calculado com base na aplicação da taxa de 9,25% sobre o valor das vendas.
- ICMS: calculado com base em 19% sobre o valor das vendas (Rio de Janeiro)

9.4.5 Depreciação

- Edifícios em 25 anos
- Máquinas e equipamentos em 10 anos

9.4.6 Imposto de renda

- 34% sobre o lucro líquido apurado no ano. Inclui CSLL igual a 25% + 9%.

9.4.7 Valor residual

- O valor residual considerado foi de 5% do valor do investimento.



9.4.8 Resultados

A Tabela 44 abaixo indica os resultados dos 12 cenários avaliados. Observa-se, pela taxa interna de retorno (TIR), que o melhor cenário é o 12, relativo a: Argila Natural, somente produção de Argila Pura, com expansão, com a rota MO2. Além do cenário 12, os cenários 9, 10 e 11, todos de Argila Natural com a rota MO2, mostram resultados positivos. Os cenários com TIR < 0 podem ser descartados, pois não oferecem retorno.

Tabela 44 - Resultados do cenários avaliados

Cenário	Número		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Nome		AO.a.1	AO.a.2	AO.b.1	AO.b.2	AN.a.1-Nb	AN.a.2-Nb	AN.b.1-Nb	AN.b.2-Nb	AN.a.1-MO2	AN.a.2-MO2	AN.b.1-MO2	AN.b.2-MO2
	Tipo Argila		AO	AO	AO	AO	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN
	Expansão		Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim
	Produtos		MNAp+f	MNAp+f	MNAp	MNAp	MNAp+f	MNAp+f	MNAp	MNAp	MNAp+f	MNAp+f	MNAp	MNAp
Input	Capacidade inicial MNAp	ton/ano	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800
	Capacidade inicial MNAf	ton/ano	400	400	0	0	400	400	0	0	400	400	0	0
	Capacidade pós expansão MNAp	ton/ano	1.800	4.100	1.800	4.100	1.800	4.100	1.800	4.100	1.800	4.100	1.800	4.100
	Capacidade pós expansão MNAf	ton/ano	400	900	0	0	400	900	0	0	400	900	0	0
	Preço Venda MNAp	R\$/ton	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
	Preço Venda MNAf	R\$/ton	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000
	Custos Fixos iniciais	R\$/ano/ton	1.208	1.208	1.442	1.442	1.308	1.308	1.586	1.586	1.308	1.308	1.586	1.586
	Custos Fixos pós expansão	R\$/ano/ton	1.208	724	1.442	857	1.308	768	1.586	872	1.308	768	1.586	872
	Custos variáveis iniciais	R\$/ton	12.672	12.672	6.764	6.764	62.385	62.385	57.398	57.398	6.974	6.974	3.826	3.826
	Custos variáveis pós expansão	R\$/ton	12.672	12.586	6.764	6.732	62.385	62.308	57.398	57.365	6.974	6.915	3.826	3.794
	Capex implantação	R\$	15.475.200	15.475.200	14.261.640	14.261.640	19.699.740	19.699.740	19.252.140	19.252.140	19.699.740	19.699.740	19.252.140	19.252.140
	Capex expansão	R\$	0	13.068.780	0	12.073.500	0	13.043.640	0	12.875.160	0	13.043.640	0	12.875.160
Output	TIR Empresa	%	TIR <0	TIR <0	11%	11%	TIR <0	TIR <0	TIR <0	TIR <0	19%	20%	19%	21%
	TIR Acionista	%	TIR <0	TIR <0	23%	20%	TIR <0	TIR <0	TIR <0	TIR <0	58%	56%	65%	63%
	VPPL @ 10% p.a.	R\$'000	-19.778	-31.576	-1.876	4.794	-283.389	-627.603	-222.525	-489.798	5.000	21.950	5.210	22.502
	VPPL @ 20% p.a.	R\$'000	-17.053	-20.349	583	106	-286.202	-339.486	-223.701	-265.419	8.032	8.929	8.414	9.508
	Payback	ano			7,5	10,2					5,8	5,8	5,6	5,5

Fonte: NanoBusiness (2012)



9.4.9 Fluxo de Caixa

A Tabela 45 apresenta o fluxo de caixa e a taxa interna de retorno para a alternativa 12, por ser o melhor cenário.

Tabela 45 - Fluxo de caixa do Cenário 12

Ano	TIR	-1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Fluxo de Caixa Empresa	21%	(20.002.140,00)	1.607.273,00	2.522.881,00	4.525.361,00	5.430.932,00	6.901.315,00	7.612.090,00	(3.788.352,00)	10.557.396,00	10.641.483,00	12.406.888,00	14.305.687,00	23.667.643,00
Fluxo de Caixa Acionista	63%	(2.675.214,00)	1.607.273,00	2.522.881,00	908.109,00	1.896.118,00	3.448.937,00	4.242.151,00	(7.075.854,00)	7.352.331,00	10.641.483,00	12.406.888,00	14.305.687,00	23.667.643,00

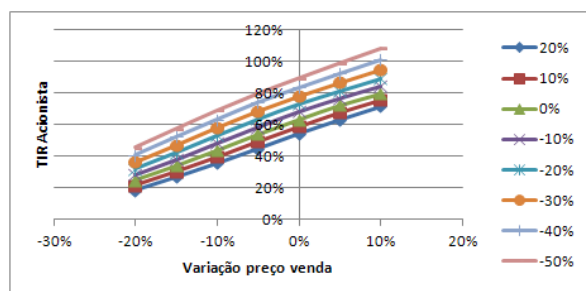
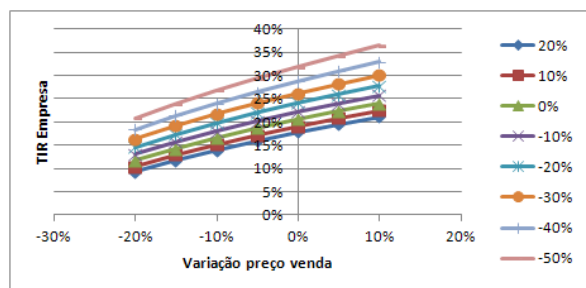
Fonte: NanoBusiness (2012)



9.4.10 Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade da TIR foi realizada para avaliar os impactos das variações do Capex e também do preço de venda de *Masterbatch* Nanoargilas Funcionalizada e Pura na TIR. Neste relatório está apresentada a análise para o cenário 12, por ser o melhor cenário.

Considerando-se que no modelo econômico-financeiro foi utilizado o limite superior do Capex de 50%, a TIR relativa ao Capex pontual calculado encontra-se a -33% ($y = 150\%x \rightarrow x=67\%y$). A redução do Capex tende a uma TIR ainda mais atrativa, podendo compensar reduções do preço de venda.



Sensibilidade da TIR para Empresa - Cenário 12								
Variação do Capex		Variação do preço de venda						
		-20%	-15%	-10%	-5%	0%	5%	10%
	20%	9%	12%	14%	16%	18%	20%	21%
	10%	10%	13%	15%	17%	19%	21%	23%
	0%	12%	14%	17%	19%	21%	22%	24%
	-10%	13%	16%	18%	20%	22%	24%	26%
	-20%	15%	17%	20%	22%	24%	26%	28%
	-30%	16%	19%	22%	24%	26%	28%	30%
	-40%	18%	21%	24%	26%	29%	31%	33%
	-50%	21%	24%	27%	29%	32%	34%	36%

Sensibilidade da TIR para Acionista - Cenário 12								
Variação do Capex		Variação do preço de venda						
		-20%	-15%	-10%	-5%	0%	5%	10%
	20%	19%	27%	36%	45%	54%	63%	72%
	10%	22%	30%	40%	49%	59%	68%	76%
	0%	25%	34%	44%	54%	63%	72%	80%
	-10%	28%	38%	48%	59%	68%	77%	84%
	-20%	32%	42%	53%	64%	73%	81%	89%
	-30%	36%	47%	58%	69%	78%	87%	95%
	-40%	41%	52%	63%	74%	84%	93%	101%
	-50%	46%	58%	69%	80%	90%	99%	109%



9.4.11 Conclusões

O melhor cenário apresentado refere-se a Argila Natural, com produção de *Masterbatch* Nano argila Pura, com Expansão, rota MO2 para operação. Este cenário oferece TIR de 63% para o acionista no limite superior do Capex. Se o preço de venda cair em 10%, a TIR será de 44% para este mesmo Capex. A condição para o projeto ser atrativo, é a taxa de retorno do projeto ser superior ao custo de capital.

Tabela 46 - Melhor cenário apresentado

Cenário 12 - Argila Natural, somente com produção de Masterbatch Nanoargila Pura, com Expansão, rota MO2		Implantação (R\$)	Expansão (R\$)	Total (R\$)
CAPEX	Capex Pontual Calculado	12.834.760	8.583.440	21.418.200
	Limite superior (+ 50%)	19.252.140	12.875.160	32.127.300
OPEX	Custos Fixos / ano	2.854.700	3.574.200	3.574.200
	Custos Variáveis / ano	6.886.945	15.553.915	15.553.915

Fonte: NanoBusiness (2012)

A precisão do Capex será melhorada com o desenvolvimento da engenharia no projeto conceitual, próxima fase. Neste presente estudo as taxas de retorno relativas às variações do Capex já podem ser verificadas através da análise de sensibilidade.

É importante ressaltar, contudo, que a escolha do cenário 12 como sendo a melhor alternativa é baseada exclusivamente em variáveis econômicas e não de uma análise detalhada dos processos tecnológicos e de engenharia, condição comum e intrínseca nessa etapa FEL1. O baixo custo do modificador orgânico empregado nessa rota (MO2) comparado com o MO1 pode explicar os resultados da análise econômica-financeira. Será necessário, na próxima etapa desse estudo, validar as rotas tecnológicas e caracterizar as propriedades dos produtos finais, com base em materiais de referência. A escolha da matéria-prima precursora (argila organofílica ou natural) e do modificador orgânico (MO1 de alto custo ou MO2 de baixo custo) são variáveis críticas que podem representar um importante risco para esse empreendimento.

Além desse risco, uma lista dos riscos do empreendimento e da engenharia com ações sugeridas para mitigação é apresentada na Tabela 46.



Tabela 47 - Lista dos riscos do empreendimento e da engenharia com ações para mitigação

VARIÁVEIS CRÍTICAS	GRUPO	DESCRIÇÃO DOS RISCOS	AÇÕES
Preço/ton dos produtos	Econômico	Preço considerado alto pelos transformadores plásticos	Demonstrar benefícios para competitividade do setor Estar entre os fornecedores cadastrados do Cartão BNDES
Taxa da demanda	Econômico	Baixa taxa de demanda pelos transformadores plásticos	Estabelecer políticas em parceria com a indústria de alimentos Identificar novos mercados de aplicação da nanoargila
Sálario	Pessoal	Salário pouco atrativo	Incluir benefícios e programa de participação na empresa
Custos tributários	Políticos	Carga tributária elevada	Fazer uso da Lei do Bem e outros incentivos fiscais Definir localização em uma região com incentivos fiscais favoráveis
Custos dos insumos	Processo operacional	Alto custo dos principais insumos	Estabelecer modelo de negócio com fornecedores considerados críticos Verificar a viabilidade econômica e técnica de verticalização
Custos de distribuição	Processo operacional	Alto custo de distribuição dos produtos	Estabelecer parceria com empresa que possui capilaridade de distribuição no Brasil
Custos de processo	Processo operacional	Alto custo no processo de nanonização da argila	Estudar outras rotas na fase de engenharia conceitual
Custos de processo	Processo operacional	Baixa eficiência de exfoliação da argila nas resinas	Utilizar outro modificador orgânico Utilizar um agente compatibilizante
Índice de qualidade dos nanoinsumos	Processo operacional	Ausência de material de referência	Acelerar desenvolvimento com o INMETRO e/ou com redes de pesquisa
Custo de transferência de tecnologia	Tecnológicos	Alto custo de transferência de tecnologias de empresas internacionais	Utilizar base patentária nacional
Custo de <i>know how</i>	Tecnológicos	Alto custo de transferência de <i>know how</i> de empresas internacionais	Utilizar base científica nacional e desenvolver <i>Know how</i> próprio
Custo de <i>royalties</i>	Tecnológicos	Custos de <i>royalties</i> inviáveis	Desenvolver tecnologia própria com apoio de órgãos de fomento e instituições de P&D&I
Índice de impacto ambiental	Meio ambiente	Ausência de protocolos de caracterização de nano argilas	Acelerar desenvolvimento com o INMETRO e/ou com redes de pesquisa
Taxa de introdução no mercado	Processo de gestão	Lentidão na captação de recursos financeiros para implementação da planta	Desenvolver modelo de negócio atrativo
Índice de impacto na saúde	Segurança e saúde	Ausência de regulamentação	Colaborar com o desenvolvimento de protocolos de caracterização de nanopartículas com a rede da FIOCRUZ e Nanotox

Anexo 1

MDIC - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR	 Informação e Inovação	ESTUDO DE VIABILIDADE INSUMOS NANOMÉTRICOS (Workshop ABIPLAST)	
TÍTULO: ESTUDO DE MERCADO (ANÁLISE DA DEMANDA)		Nº CLIENTE 52250.001599/2011-11 SISPP31/2011	FOLHA 1/12
		Nº NANOBUSINESS EV_SI/MDIC-10001-001	REV. 0

Cadastro da Empresa Participante do Workshop

Nome da empresa:
Razão social:
Endereço:
Número de empregados: ☐ 1 a 19 ☐ 20 a 99 ☐ 100 a 499 ☐ > 500
Posição na cadeia produtiva: ☐ Primeira geração ☐ Segunda geração ☐ Terceira geração ☐ Outros: _____
Se sua empresa participa da terceira geração, qual o principal processo de transformação utilizado? ☐ Extrusão ☐ Injeção ☐ Sopro ☐ Roto-moldagem ☐ Co-extrusão ☐ Termoformagem ☐ Outros: _____
Nome do participante:
Cargo:
Departamento:
e-mail:
Telefones para contato:
Observação:

MDIC - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR	 NanoBusiness Informação e Inovação	ESTUDO DE VIABILIDADE INSUMOS NANOMÉTRICOS (Workshop ABIPLAST)	
TÍTULO: ESTUDO DE MERCADO (ANÁLISE DA DEMANDA)		Nº CLIENTE 52250.001599/2011-11 SISPP31/2011 Nº NANOBUSINESS EV_SI/MDIC-10001-001	FOLHA 2/12 REV. 0

Pergunta 1

Sua empresa tem conhecimento do impacto da nanotecnologia no setor de embalagens plásticas?

☐ Sim

☐ Não

Comentários:

Pergunta 2

Sua empresa usa nanotecnologia?

☐ Sim

☐ Não

Se não, qual é a probabilidade de utilizá-la nos próximos cinco anos?

Nenhuma 0-10% 10-25% 25-50% 50-75% 75-100%
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Comentários:

MDIC - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR		ESTUDO DE VIABILIDADE INSUMOS NANOMÉTRICOS (Workshop ABIPLAST)	
TÍTULO: ESTUDO DE MERCADO (ANÁLISE DA DEMANDA)		Nº CLIENTE 52250.001599/2011-11 SISPP31/2011	FOLHA 3/12
		Nº NANOBUSINESS EV_SI/MDIC-10001-001	REV. 0

Pergunta 3

- ✓ Podemos amplamente dividir os tipos de polímeros em polímeros petroquímicos e biopolímeros.
- ✓ A maioria dos polímeros compósitos é baseada em derivados de combustíveis fósseis. (ex. poliamidas, nylons, poliolefinas, poliestireno, copolímero de etileno acetato de vinilo, resinas epóxi, poliuretano, poliimidas e tereftalato de polietileno) e estão difundidos no mercado de embalagens plásticas.
- ✓ Pesquisa em bioplásticos (proveniente de resíduos de madeira e de culturas) está oferecendo alternativas biodegradáveis para o mercado de embalagens plásticas no futuro próximo.
- ✓ Biopolímeros biodegradáveis incluem: polissacarídeos (tal como celulose e quitosana), proteínas, lípidos e os seus compostos.
- ✓ Os biopolímeros são excelentes veículos para a incorporação de uma grande variedade de aditivos, mas apresentam propriedades mecânicas pobres (por exemplo, lípidios) ou propriedades pobres a barreira de vapor a água (por exemplo, polissacarídeos), o que explica a absorção pouco na indústria. No entanto, a adição de nanopartículas tem apresentado soluções que poderão acelerar a introdução de produtos baseados em biopolímeros no mercado.
- ✓ As desvantagens inerentes dos biopolímeros puros (dependente do tipo, pode incluir propriedades de barreira pobres e/ou pobres propriedades mecânicas) podem ser mitigadas com a inclusão da nanotecnologia para formar bionanocompositos.

Qual é a participação atual dos biopolímeros biodegradáveis na produção da sua empresa?

Participação em volume:

Nenhuma	0-10%	10-25%	25-50%	50-75%	75-100%
☐	☐	☐	☐	☐	☐

Qual será a participação dos biopolímeros biodegradáveis na produção da sua empresa daqui a cinco anos?

Participação em volume:

Nenhuma	0-10%	10-25%	25-50%	50-75%	75-100%
☐	☐	☐	☐	☐	☐

Comentários:

MDIC - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR	 NanoBusiness Informação e Inovação	ESTUDO DE VIABILIDADE INSUMOS NANOMÉTRICOS (Workshop ABIPLAST)	
TÍTULO: ESTUDO DE MERCADO (ANÁLISE DA DEMANDA)		Nº CLIENTE 52250.001599/2011-11 SISPP31/2011	FOLHA 4/12
		Nº NANOBUSINESS EV_SI/MDIC-10001-001	REV. 0

Pergunta 4

- ✓ Materiais nanocompósitos são empregados na indústria de embalagens plásticas para alimentos contendo um polímero e um aditivo nanoestruturado. As partículas de nanoargila são as mais utilizadas, no entanto, outros compostos contendo nanopartículas de metais e óxidos, nanotubos ou nanofibras também estão em fase de desenvolvimento.

Sua empresa utiliza os nanoinsumos na produção de embalagens plásticas? Quais? Qual o volume por nanoinsumo? Qual custo praticado?

- | | | |
|---|--------------|-------------------|
| ☐ Nano argila | _____ Kg/ano | _____ custo médio |
| ☐ Nano óxidos | _____ Kg/ano | _____ custo médio |
| ☐ Nano prata | _____ Kg/ano | _____ custo médio |
| ☐ Nano orgânicos | _____ Kg/ano | _____ custo médio |
| ☐ Nanotubos de carbono | _____ Kg/ano | _____ custo médio |
| ☐ Outros: _____ | _____ Kg/ano | _____ custo médio |
| ☐ Não utiliza | | |

Comentários:

MDIC - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR		ESTUDO DE VIABILIDADE INSUMOS NANOMÉTRICOS (Workshop ABIPLAST)	
TÍTULO: ESTUDO DE MERCADO (ANÁLISE DA DEMANDA)		Nº CLIENTE 52250.001599/2011-11 SISPP31/2011	FOLHA 5/12
		Nº NANOBUSINESS EV_SI/MDIC-10001-001	REV. 0

Pergunta 5

- ✓ Além do reforço, cuja principal função é melhorar as propriedades mecânicas e de barreira de polímeros, existem nano insumos capazes de conferir outras propriedades relacionadas com as embalagens de alimentos. Por exemplo, quando incorporados em matrizes de polímeros, podem interagir com o alimento e/ou seu ambiente conferindo, assim, propriedade “ativa” ou “inteligente” para sistemas de embalagem. Tais propriedades, quando presentes em sistemas de embalagem de alimentos, geralmente estão relacionadas tanto a melhorias na segurança/estabilidade alimentar quanto a informações sobre o estado do produto contido.

Quais das seguintes propriedades deveriam ser melhoradas para tornar seus produtos mais competitivos?

	Necessidade de melhoria (Pontuação de 1 a 5 por ordem crescente de importância)					
Propriedades	0	1	2	3	4	5
Redução de custo	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Durabilidade do plástico	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Bactericida	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Barreira à luz/UV	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Barreira à água	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Barreira a oxigênio	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Eliminação de CO ₂	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Eliminação de etileno	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Eliminação de oxigênio	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Imobilização de enzima	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Indicador de vazamento	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Nano sensores	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Propriedades elétricas	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Propriedades Mecânicas	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Propriedades térmicas	☐	☐	☐	☐	☐	☐
RFID	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Detector de deterioração	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Comentários:

MDIC - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR		ESTUDO DE VIABILIDADE INSUMOS NANOMÉTRICOS (Workshop ABIPLAST)	
TÍTULO: ESTUDO DE MERCADO (ANÁLISE DA DEMANDA)	Nº CLIENTE 52250.001599/2011-11 SISPP31/2011	FOLHA 6/12	
	Nº NANOBUSINESS EV_SI/MDIC-10001-001	REV. 0	

Pergunta 6

- ✓ Além do reforço, cuja principal função é melhorar as propriedades mecânicas e de barreira de polímeros, existem nano insumos capazes de conferir outras propriedades relacionadas com as embalagens de alimentos. Por exemplo, quando incorporados em matrizes de polímeros, podem interagir com o alimento e/ou seu ambiente conferindo, assim, propriedade “ativa” ou “inteligente” para sistemas de embalagem. Tais propriedades, quando presentes em sistemas de embalagem de alimentos, geralmente estão relacionadas tanto a melhorias na segurança/estabilidade alimentar quanto a informações sobre o estado do produto contido.

Caso as melhorias de propriedades impliquem no encarecimento do custo de produção, haveria interesse em implementá-las?

	Interesse (Pontuação de 1 a 5 por ordem crescente de interesse)					
Propriedades	0	1	2	3	4	5
Redução de custo	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Durabilidade do plástico	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Bactericida	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Barreira à luz/UV	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Barreira à água	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Barreira a oxigênio	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Eliminação de CO ₂	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Eliminação de etileno	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Eliminação de oxigênio	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Imobilização de enzima	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Indicador de vazamento	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Nano sensores	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Propriedades elétricas	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Propriedades Mecânicas	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Propriedades térmicas	☐	☐	☐	☐	☐	☐
RFID	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Detector de deterioração	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Comentários:

MDIC - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR		ESTUDO DE VIABILIDADE INSUMOS NANOMÉTRICOS (Workshop ABIPLAST)	
TÍTULO: ESTUDO DE MERCADO (ANÁLISE DA DEMANDA)		Nº CLIENTE 52250.001599/2011-11 SISPP31/2011	FOLHA 7/12
		Nº NANOBUSINESS EV_SI/MDIC-10001-001	REV. 0

Pergunta 7

- ✓ Nos dias de hoje, as embalagens plásticas com propriedade de barreira entram nos mercados que eram inicialmente restritos aos metais e vidros. Apenas nos Estados Unidos, o consumo de embalagens com propriedade de barreira está estimado a 3,6 milhões de tonelada em 2011 (BCC Research, Jan 2012).
- ✓ Em certas aplicações, o uso de nanoinsumos não só melhora a barreira, mas também permite baixar a quantidade de polímero utilizado. Isto traz economias de custo e maior sustentabilidade devido à diminuição de peso por unidade de embalagem (Nanocomposites in Food Packaging – A Review, Advances in Diverse Industrial Applications of Nanocomposites, 2011)

Qual a proporção de embalagens produzidas por sua empresa que necessita de propriedade de barreira?

Proporção em volume:

0	0-10%	10-25%	25-50%	50-75%	75-100%
☐	☐	☐	☐	☐	☐

Nos casos de produtos com alta necessidade de barreira a gases, quais tipos de filme são utilizados por sua empresa?

☐ Mono-camada ☐ Multi-camadas

Nos casos de produtos com alta necessidade de barreira a gases, quais resinas são utilizadas por sua empresa?

☐ PET ☐ Poli náilon ☐ PP ☐ PEBD ☐ PEAD	☐ Outros: _____
---	--

Quais plásticos de barreira são utilizados na sua produção de embalagens plásticas?

☐ EVOH - (Copolímero de etileno e álcool vinílico) ☐ PVdC - poli(cloreto de vinideno) ☐ Náilon amorfo ☐ PVOH - (Polyvinyl alcohol)	☐ Outros: _____
---	--

Comentários:

MDIC - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR		ESTUDO DE VIABILIDADE INSUMOS NANOMÉTRICOS (Workshop ABIPLAST)	
TÍTULO: ESTUDO DE MERCADO (ANÁLISE DA DEMANDA)		Nº CLIENTE 52250.001599/2011-11 SISPP31/2011 Nº NANOBUSINESS EV_SI/MDIC-10001-001	FOLHA 8/12 REV. 0

Pergunta 8

Alimentos e bebidas foram os dois maiores mercados de embalagens ativas e inteligentes em 2010. Além disso, as oportunidades em embalagens ativas e inteligentes irão refletir a necessidade de soluções tecnológicas para o monitoramento e rastreamento de produtos perecíveis, principalmente após a aprovação da Lei de Modernização da Segurança Alimentar de janeiro de 2011.

A lei de Modernização da Segurança Alimentar ou Food Safety Modernização Act (HR 2751) é uma lei federal norte-americana sancionada pelo presidente Barack Obama em 04 de janeiro de 2011. Essa lei, que afeta diretamente produtos importados, autoriza a Food and Drug Administration (FDA) e a Secretaria de Saúde e Serviços Humanos (HHS) a aumentarem as inspeções de produtos alimentares, além de desenvolverem outras atividades relativas à segurança alimentar. Nesse sentido, a lei exige que a maioria das empresas de alimentos implante novos protocolos de segurança para mitigar potenciais riscos.

Qual o impacto da Lei de Modernização da Segurança Alimentar americana no seu negócio?

Impacto
(Pontuação de 1 a 5 por ordem crescente de importância)

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

Comentários:

MDIC - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR		ESTUDO DE VIABILIDADE INSUMOS NANOMÉTRICOS (Workshop ABIPLAST)	
TÍTULO: ESTUDO DE MERCADO (ANÁLISE DA DEMANDA)		Nº CLIENTE 52250.001599/2011-11 SISPP31/2011 Nº NANOBUSINESS EV_SI/MDIC-10001-001	FOLHA 9/12 REV. 0

Pergunta 9

Como você vê atualmente a perspectiva da utilização de nanoinsumos no segmento de embalagens plásticas no Brasil sob as óticas da competitividade do setor de transformação da cadeia produtiva de plásticos?

Pergunta 10

Considerando que cerca de 60% das embalagens plásticas produzidas no Brasil são consumidas pelo setor de alimentos, como você vê a perspectiva de utilização de nanoinsumos no segmento de embalagens plásticas no Brasil sob as óticas da competitividade nacional e intrenacional do setor de alimentos brasileiro?

MDIC - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR		ESTUDO DE VIABILIDADE INSUMOS NANOMÉTRICOS (Workshop ABIPLAST)	
TÍTULO: ESTUDO DE MERCADO (ANÁLISE DA DEMANDA)	Nº CLIENTE 52250.001599/2011-11 SISPP31/2011	FOLHA 10/12	
	Nº NANOBUSINESS EV_SI/MDIC-10001-001	REV. 0	

Pergunta 11

Qual sua perspectiva do desenvolvimento de tecnologia e produção no Brasil de nanoinsumos sob a ótica da substituição dos aditivos convencionais da indústria de transformação de plástico aplicados ao segmento de embalagens plásticas?

Pergunta 12

Além da nanoargila já conhecida, quais são os nanoinsumos que você julga estratégicos para o segmento de embalagens plásticas?

MDIC - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR		ESTUDO DE VIABILIDADE INSUMOS NANOMÉTRICOS (Workshop ABIPLAST)	
TÍTULO: ESTUDO DE MERCADO (ANÁLISE DA DEMANDA)		Nº CLIENTE 52250.001599/2011-11 SISPP31/2011 Nº NANOBUSINESS EV_SI/MDIC-10001-001	FOLHA 11/12 REV. 0

Pergunta 13

Como você vê a importância da produção de plásticos biodegradáveis com adição de nanoinsumo, hoje inexistente no Brasil, cujo emprego abrange a área de embalagens para a indústria de alimentos?

Pergunta 14

Em relação aos biopolímeros (sem aditivos baseados em nanotecnologia) seria correto afirmar que a expectativa inicial que se tinha nos anos 90 no Brasil de que o mercado pagaria um prêmio por conta de suas características de biodegradabilidade não tem se cumprido?

Essa característica do setor de transformação de plásticos também seria aplicada aos inúmeros benefícios e propriedade oferecidos pelos insumos nanométricos?

MDIC - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR	 NanoBusiness Informação e Inovação	ESTUDO DE VIABILIDADE INSUMOS NANOMÉTRICOS (Workshop ABIPLAST)	
TÍTULO: ESTUDO DE MERCADO (ANÁLISE DA DEMANDA)	Nº CLIENTE 52250.001599/2011-11 SISPP31/2011		FOLHA 12/12
	Nº NANOBUSINESS EV_SI/MDIC-10001-001		REV. 0

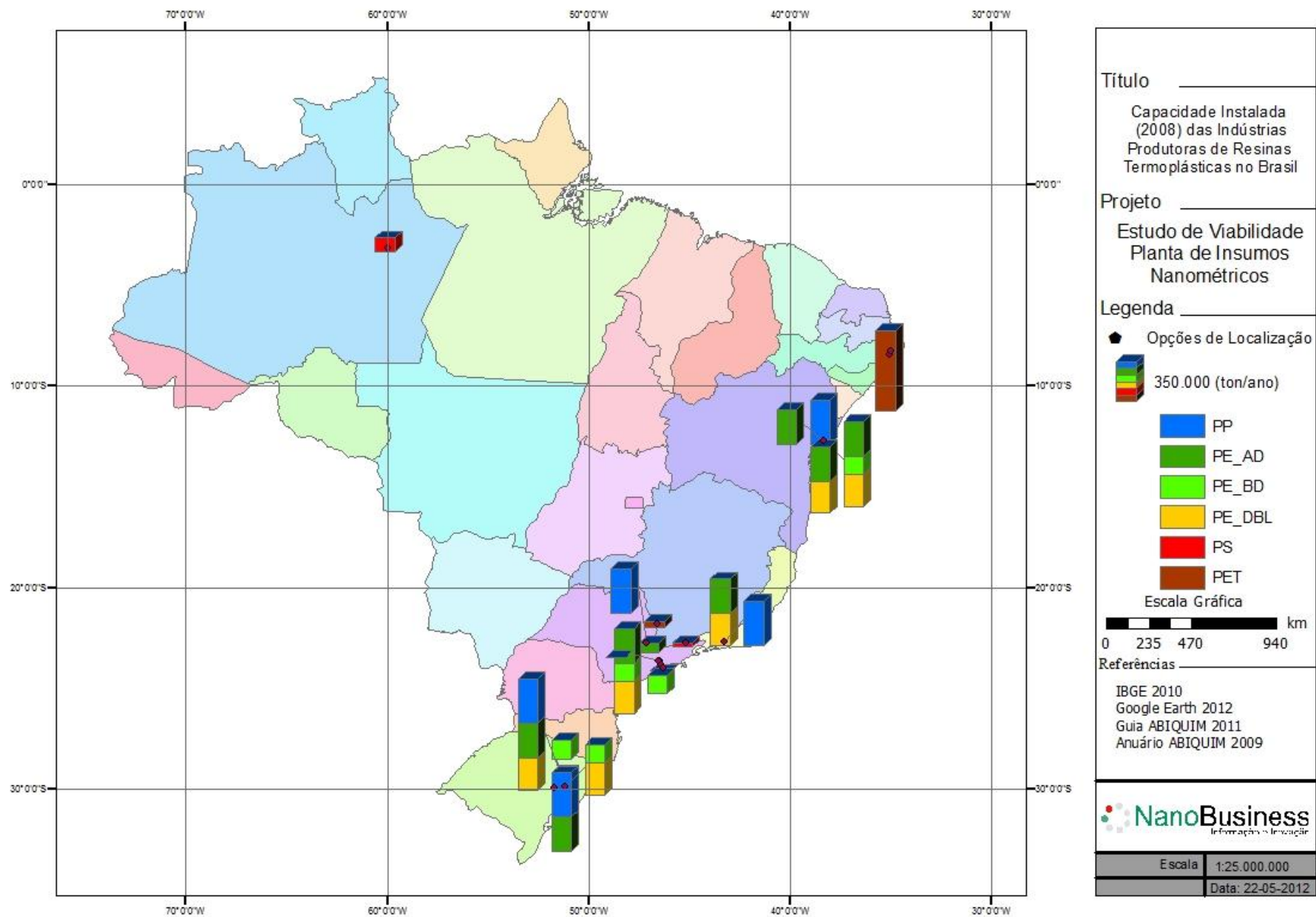
Pergunta 15

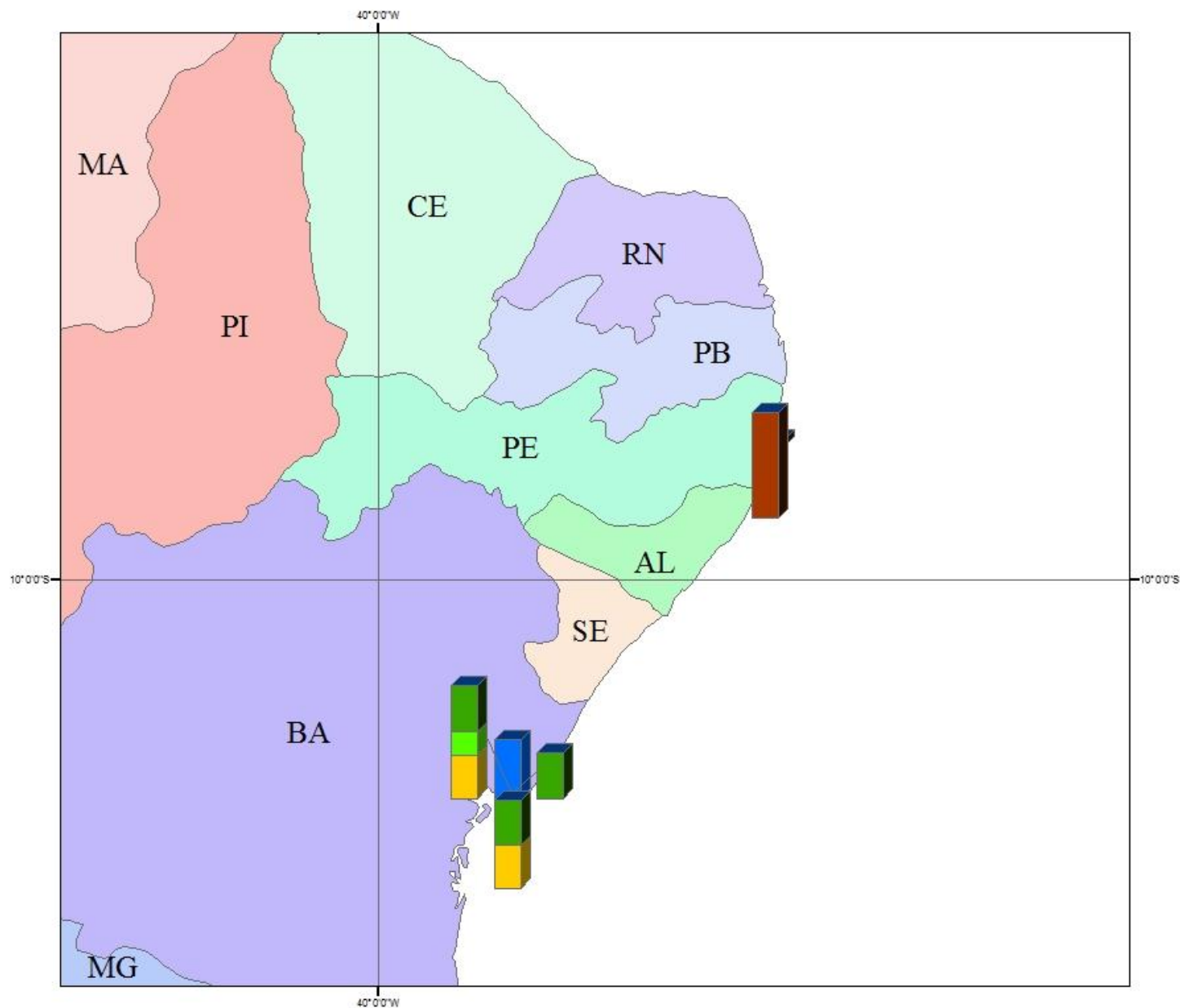
Como você vê a importância da regulamentação na área de nanotecnologia para a utilização de nanoinsumos no segmento de embalagens plásticas para alimentos?

Pergunta 16

Qual o modelo de negócio mais eficaz para o desenvolvimento e comercialização de nanoinsumos aplicados ao segmento de embalagens plásticas para nosso país: modelo Embrapii, tropicalização de tecnologias externas, planta de nanoinsumos multipropósitos (modelo similar ao CTNanotubos) ou outros?

Anexo 2





Título

Capacidade Instalada
(2008) das Indústrias
Produtoras de Resinas
Termoplásticas na
Região NE

Projeto

Estudo de Viabilidade
Planta de Insumos
Nanométricos

Legenda

Cap. Instalada (2008)
ton/ano



PP

PE_AD

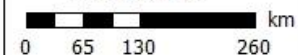
PE_BD

PE_DBL

PS

PET

Escala Gráfica



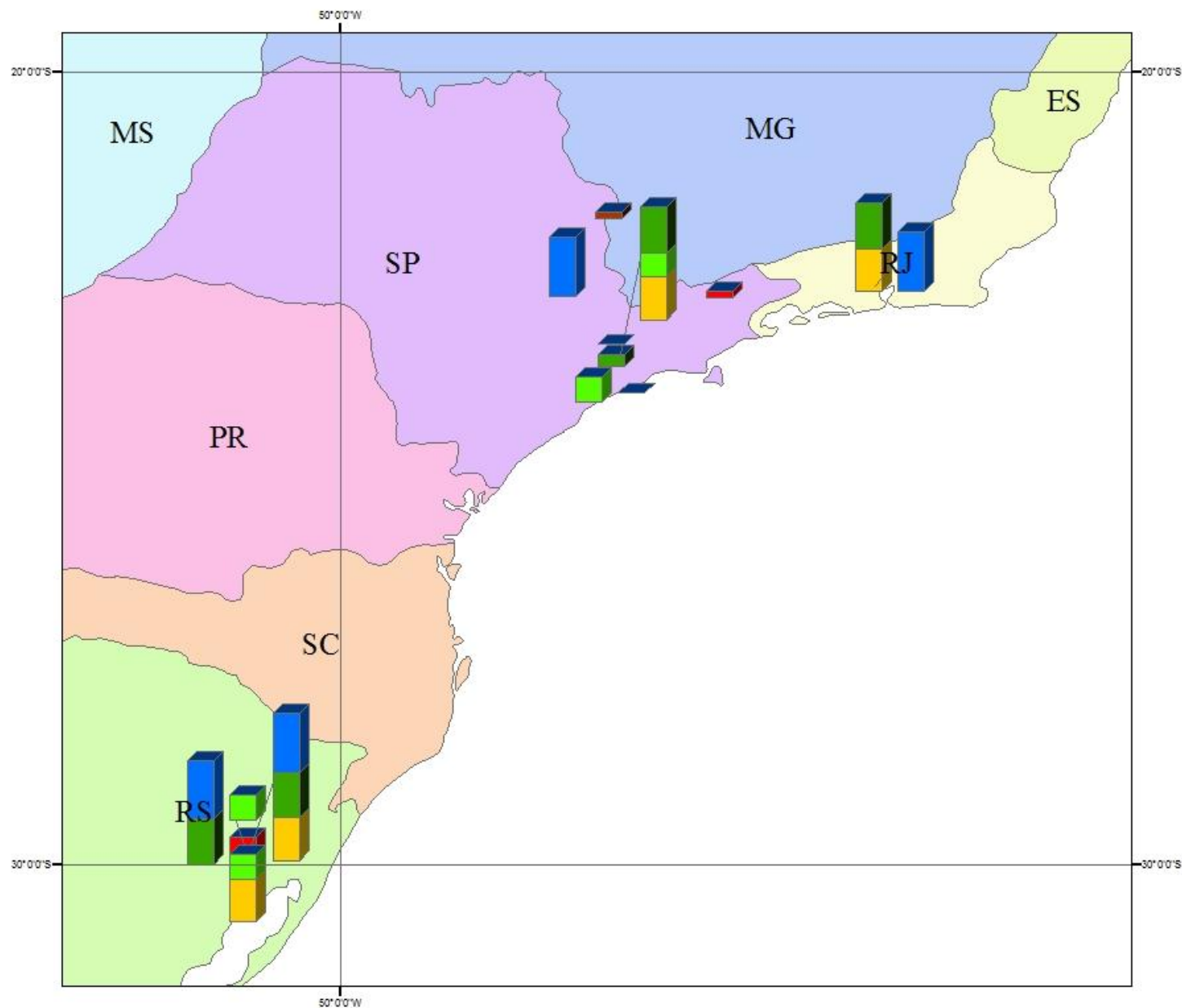
Referências

IBGE 2010
Google Earth 2012
Guia ABIQUIM 2011
Anuário ABIQUIM 2009

NanoBusiness
Informação - Inovação

Escala 1:7.000.000

Data: 27-06-2012



Título

Capacidade Instalada
(2008) das Indústrias
Produtoras de Resinas
Termoplásticas na
Região SE

Projeto

Estudo de Viabilidade
Planta de Insumos
Nanométricos

Legenda

Cap. Instalada (2008)
ton/ano



PP

PE_AD

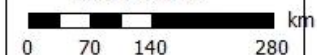
PE_BD

PE_DBL

PS

PET

Escala Gráfica



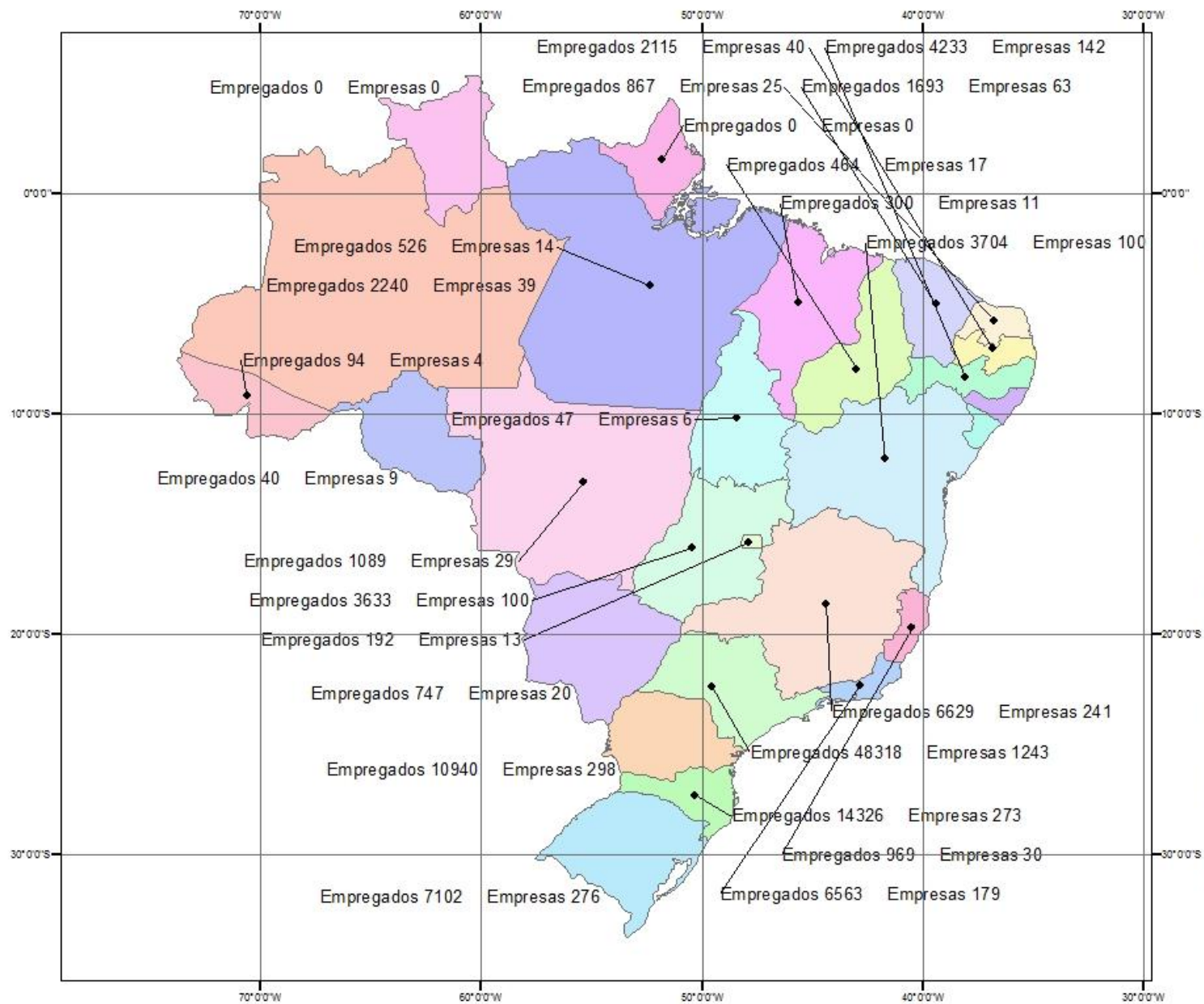
Referências

IBGE 2010
Google Earth 2012
Guia ABIQUIM 2011
Anuário ABIQUIM 2009

NanoBusiness
Informação - Inovação

Escala 1:6.999.999,87

Data: 27-06-2012



Título

Empresas e Empregados
do Setor de Embalagens
Plásticas - Por Estado

Projeto

Estudo de Viabilidade
Planta de Insumos
Nanométricos

Escala Gráfica

0 237,5 475 950 km

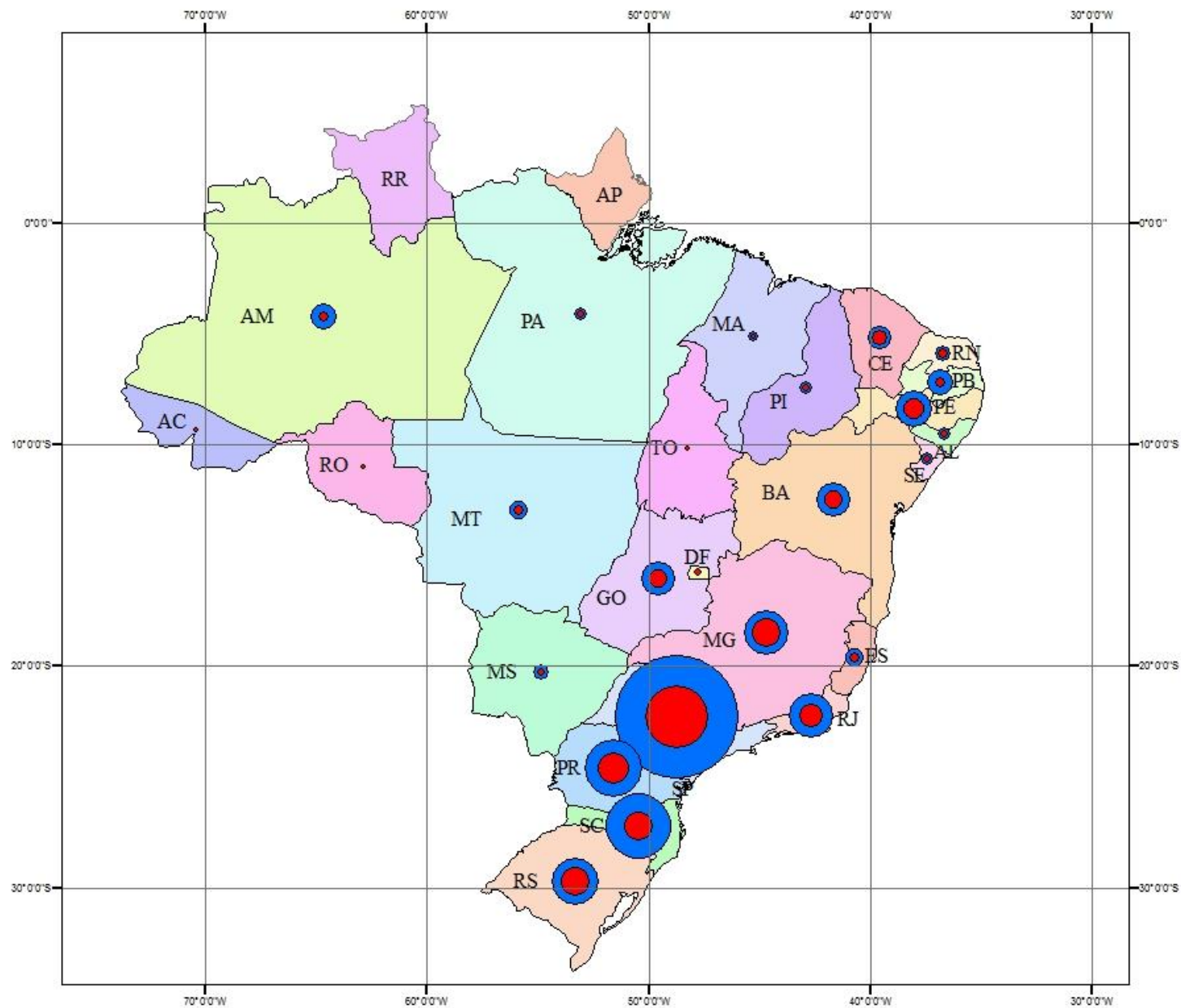
Referências

IBGE 2010
Google Earth 2012
RAIS / MTE 2009 - CAGED/2010

NanoBusiness
Informação - Inovação

Escala 1:25.000.000

Data: 08-06-2012



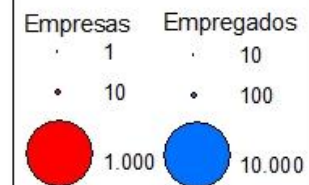
Título

Empresas e Empregados
do Setor de Embalagens
Plásticas - por Estado

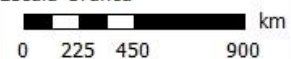
Projeto

Estudo de Viabilidade
Planta de Insumos
Nanométricos

Legenda



Escala Gráfica



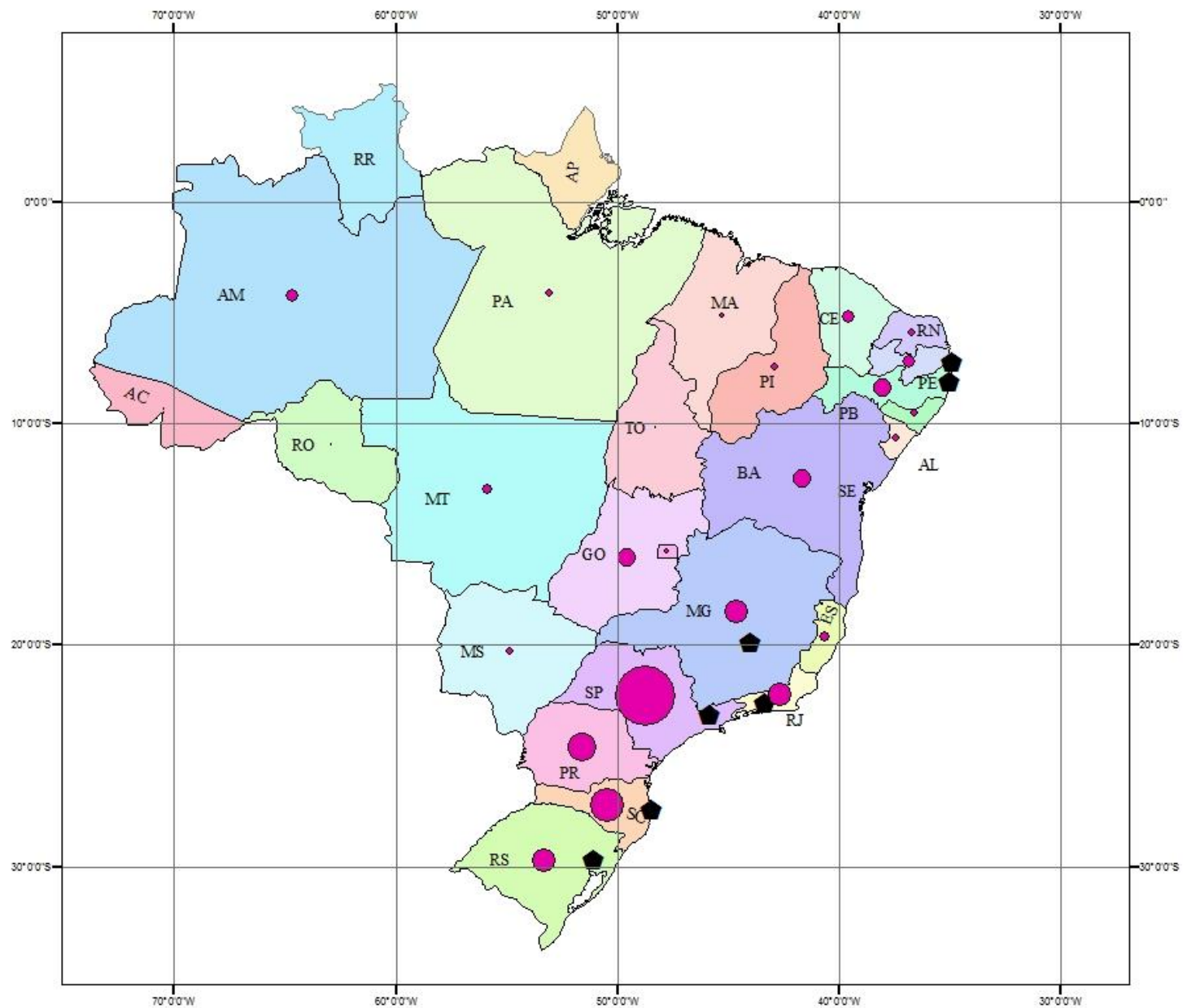
Referências

IBGE 2010
Google Earth 2012

NanoBusiness
Informações e Inovação

Escala 1:25.000.000

Data: 22-05-2012



Título

Empregados
do Setor de Embalagens
Plásticas

Projeto

Estudo de Viabilidade
Planta de Insumos
Nanométricos

Legenda

● Opções de Localização

No de Empregados

· 10

· 100

● 10.000

Escala Gráfica

0 250 500 1.000 km

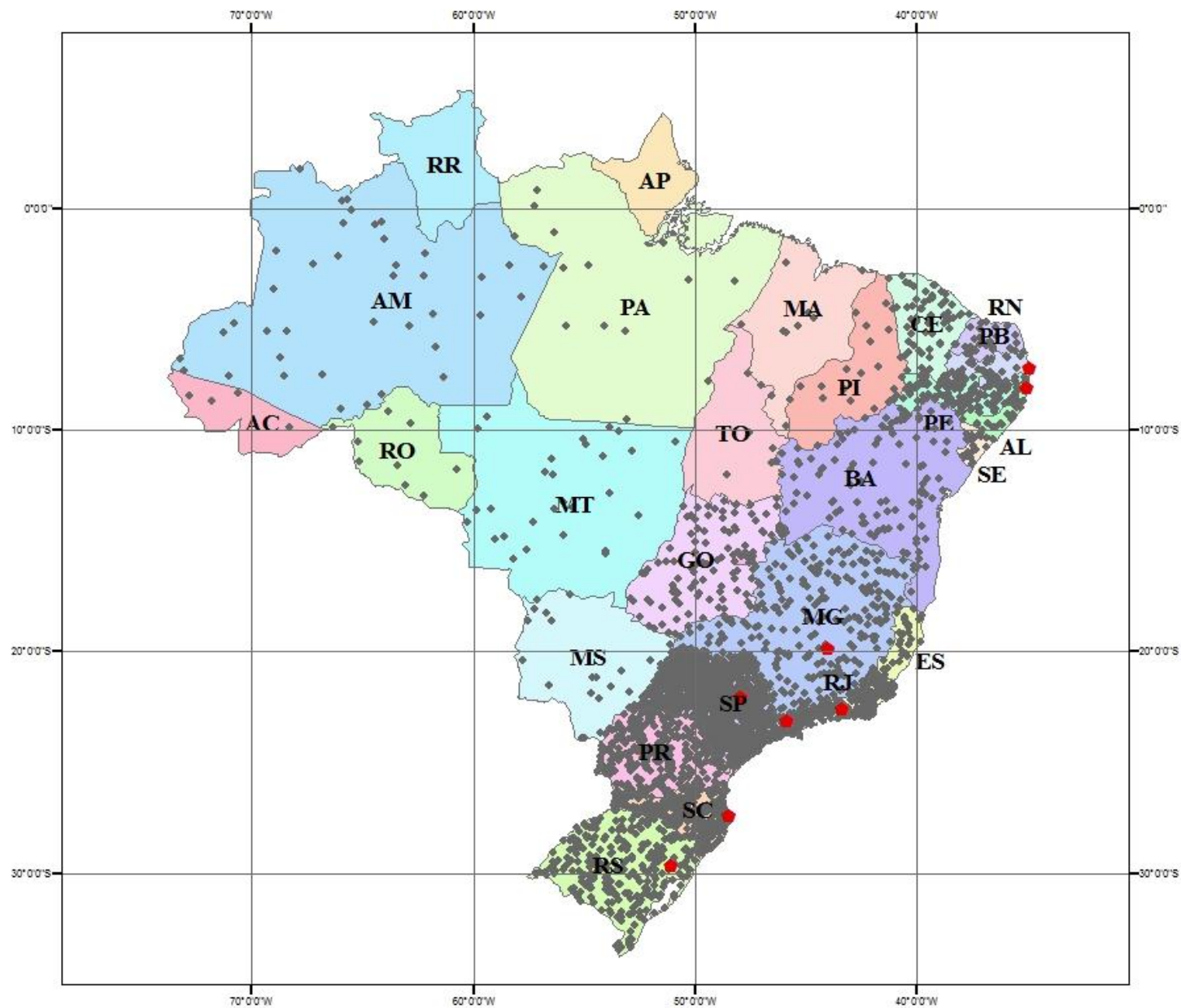
Referências

IBGE 2010
Google Earth 2012
RAIS/MTE 2009 CAGED 2010

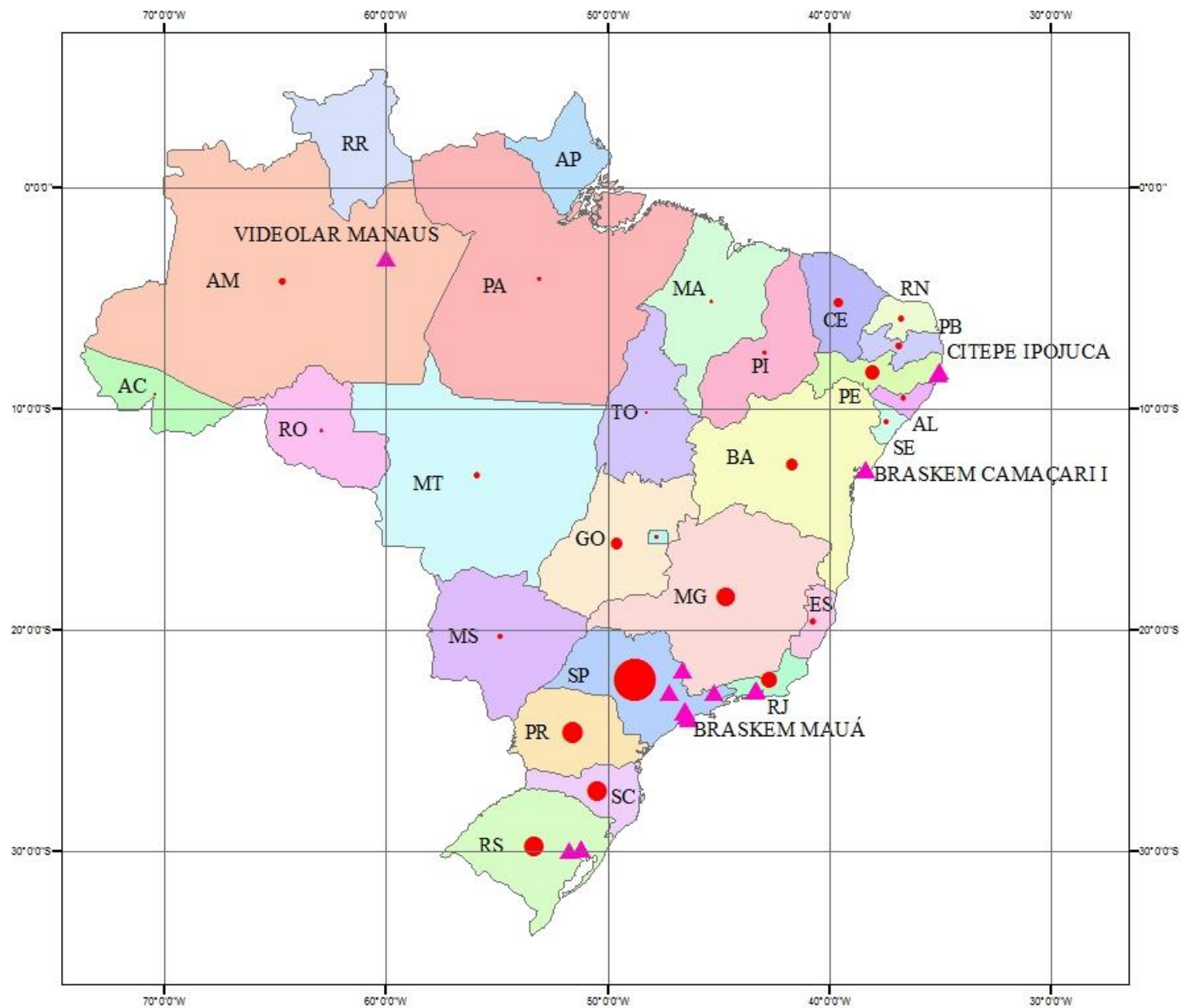
NanoBusiness
Informações e Inovação

Escala 1:25.000.000

Data: 27-06-2012



Título _____	
Empresas e Empregados do Setor de Embalagens Plásticas	
Projeto _____	
Estudo de Viabilidade Planta de Insumos Nanométricos	
Legenda _____	
◆ Opções de Localização ◆ Empresas	
Escala Gráfica 0 250 500 1.000 km	
Referências _____	
IBGE 2010 Google Earth 2012 RAIS/MTE 2009 CAGED 2010	
 NanoBusiness Informações e Inovação	
Escala	1:25.000.000
Data:	27-06-2012



Título

Empresas do Setor de Embalagens Plásticas,
Localização de Indústrias
de Resinas e Opções de
Localização da Planta

Projeto

Estudo de Viabilidade
Planta de Insumos
Nanométricos

Legenda

- Opções de Localização
- ▲ Localização Inds Resina

No de Emp. Embalagens

- 1
- 10
- 50
- 100
- 500
- 1,000

Escala Gráfica

0 230 460 920 km

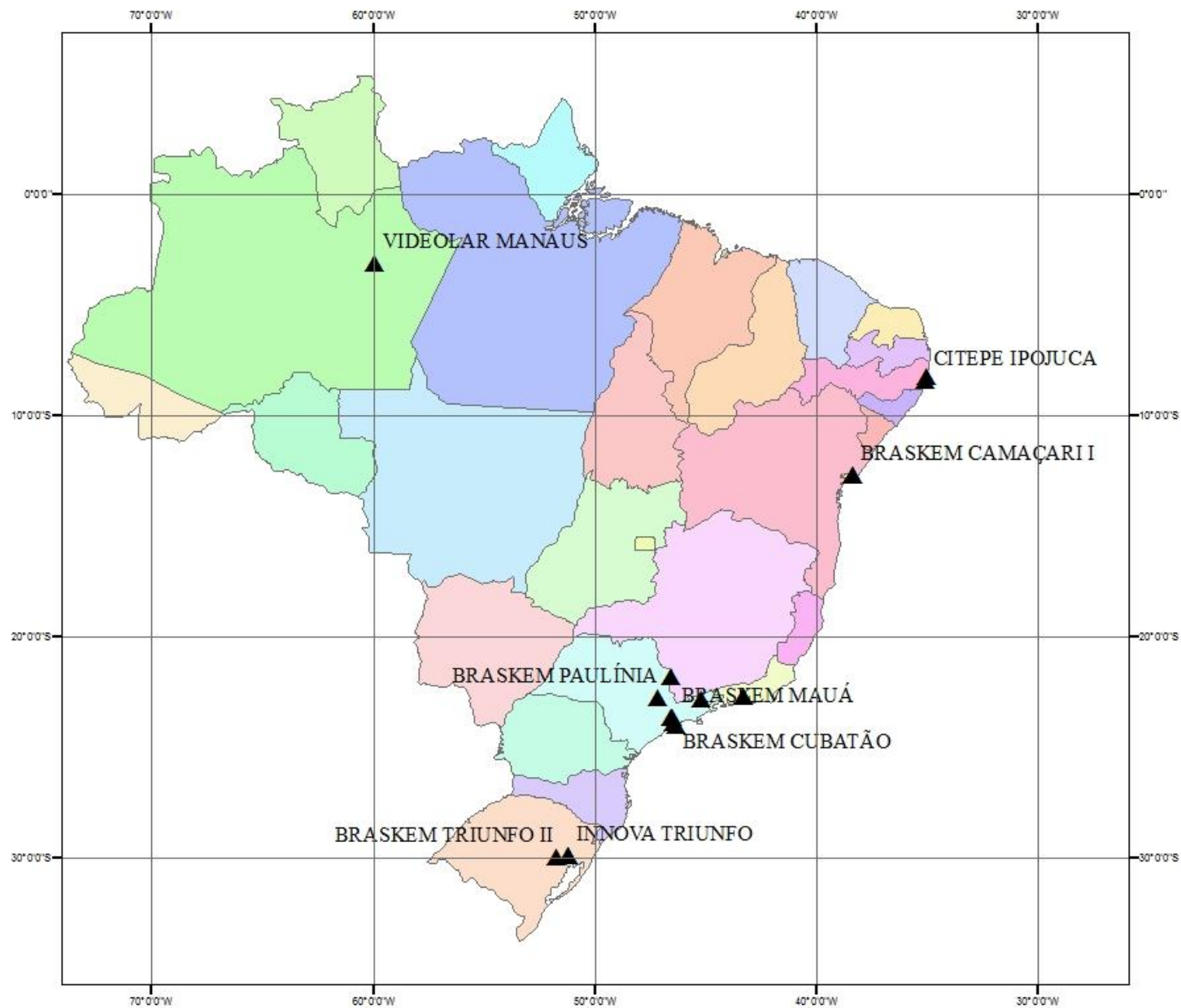
Referências

IBGE 2010
Google Earth 2012
RAIS/MTE 2009 CAGED/2010
Anuário ABIQUIM 2009
GUIA ABIQUIM 2011

NanoBusiness
Informação e Inovação

Escala 1:25,000,000

Data: 09-06-2012



Título _____

Localização das
Indústrias de Resinas
Termoplásticas no Brasil

Projeto _____

Estudo de Mercado
Potencial - MMT

Legenda _____

▲ Localização Indústrias de
Resinas no Brasil

Escala Gráfica

0 240 480 960 km

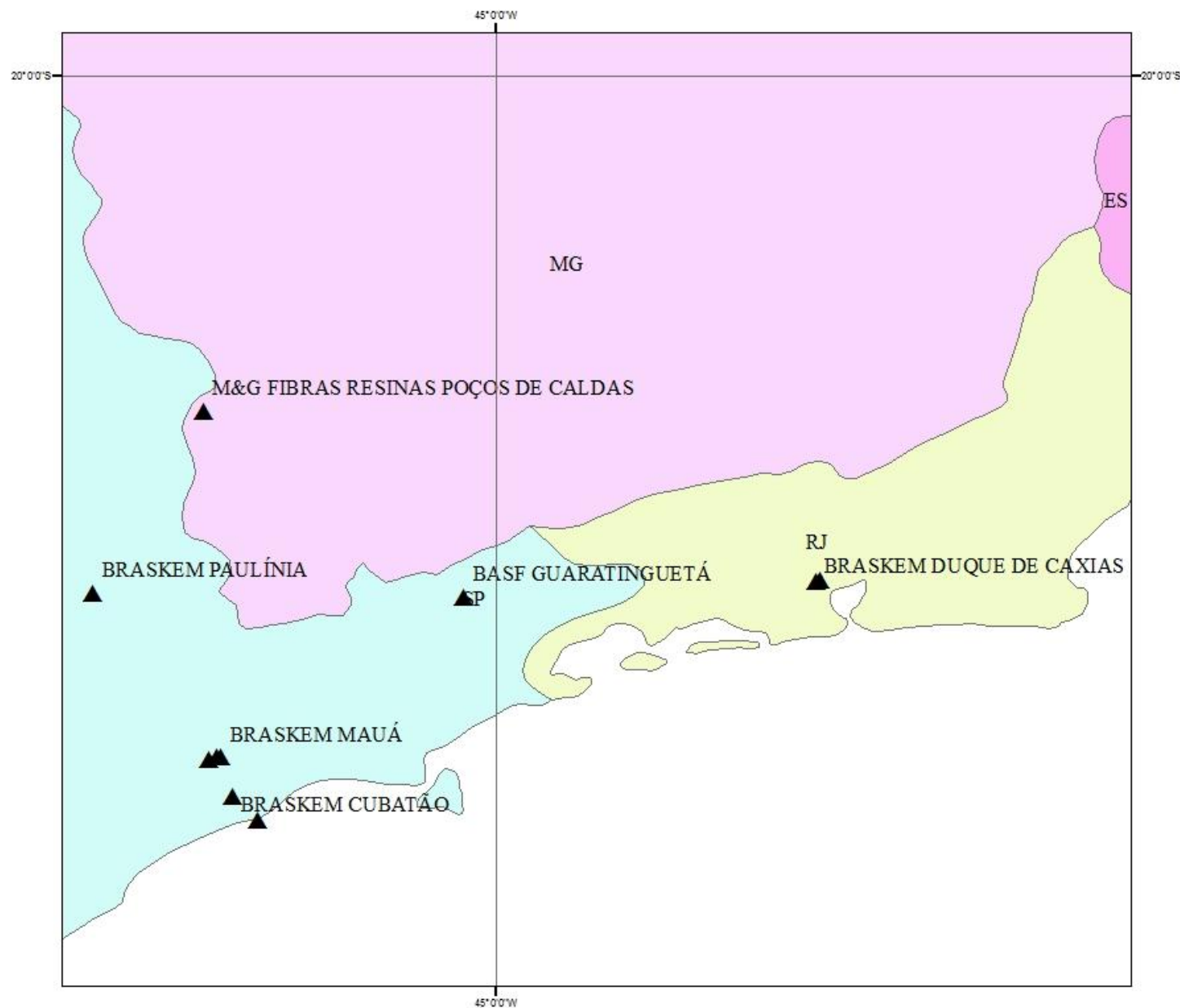
Referências _____

IBGE 2010
Google Earth 2012
Guia ABIQUIM 2011
Anuário ABIQUIM 2009

 **NanoBusiness**
Informação e Inovação

Escala 1:24.999.999,53

Data: 22-05-2012



Título _____

Localização das
Indústrias de Resinas
Termoplásticas no Brasil

Projeto _____

Estudo de Mercado
Potencial - MMT

Legenda _____

▲ Localização Indústrias de
Resinas no Brasil

Escala Gráfica

0 25 50 100 km

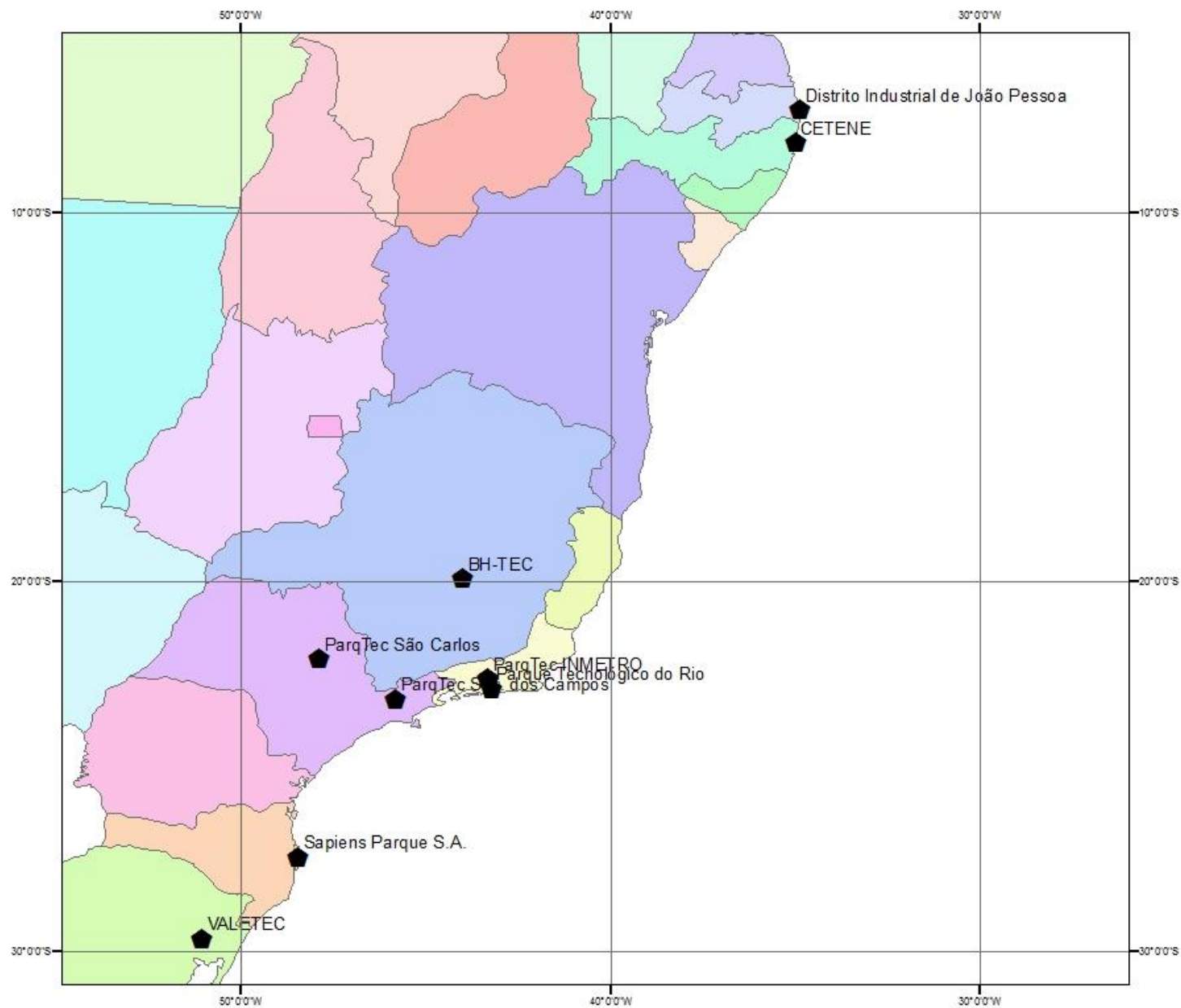
Referências _____

IBGE 2010
Google Earth 2012
Guia ABIQUIM 2011
Anuário ABIQUIM 2009

 **NanoBusiness**
Informação e Inovação

Escala 1:2.973.401,67

Data: 22-05-2012



Título _____

Identificação de Possíveis
Locais para Localização
da Planta

Projeto _____

Estudo de Viabilidade
Planta de Insumos
Nanométricos

Legenda _____

● Opções de Localização
(Estudo Nanobusiness)

Escala Gráfica

0 130 260 520 km

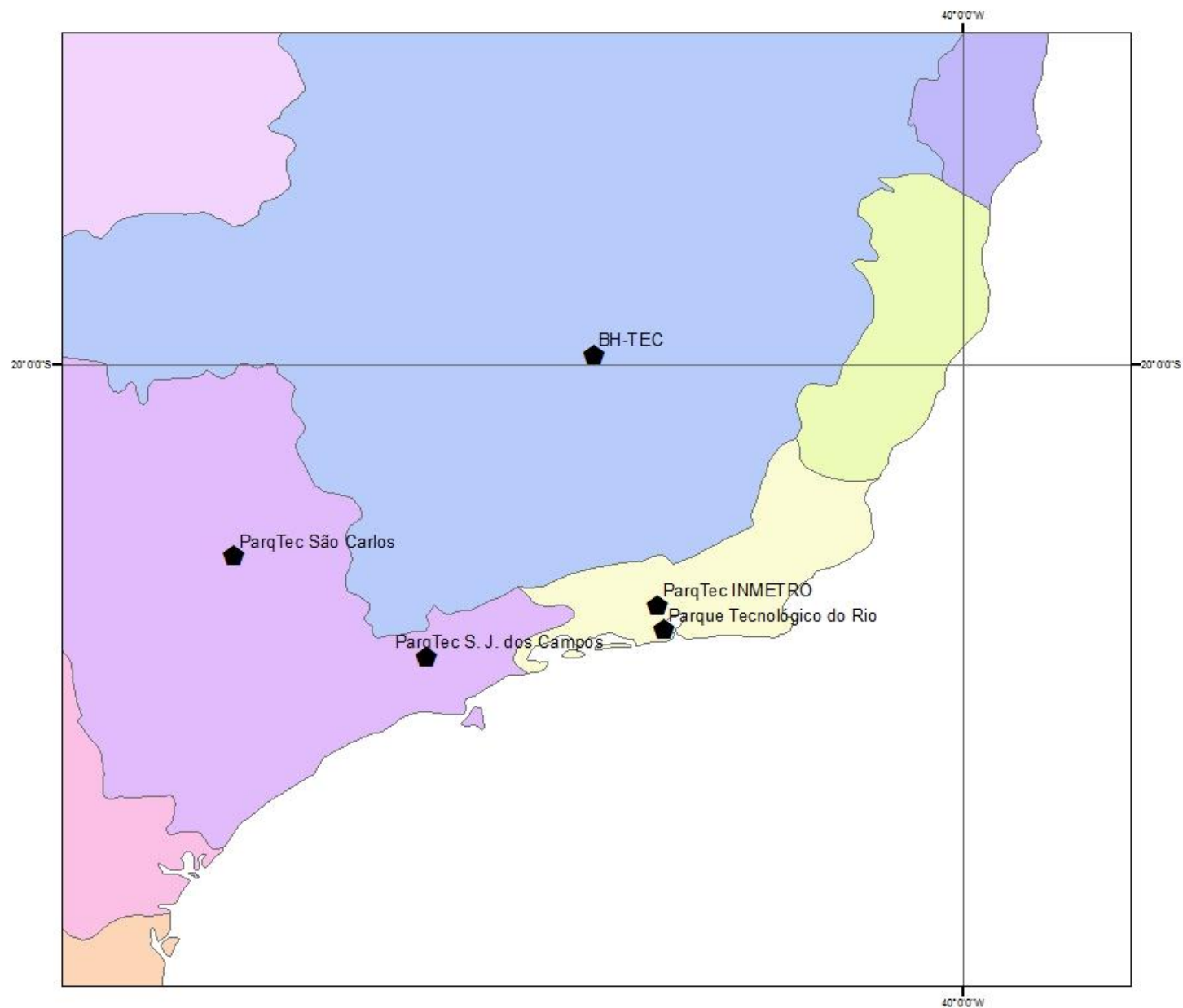
Referências _____

IBGE 2010
Google Earth 2012

 **NanoBusiness**
Informação e Inovação

Escala 1:15.000.000

Data: 22-05-2012



Título _____

Identificação de Possíveis
Locais para Localização
da Planta

Projeto _____

Estudo de Viabilidade
Planta de Insumos
Nanométricos

Legenda _____

● Opções de Localização
(Estudo Nanobusiness)

Escala Gráfica

0 50 100 200 km

Referências _____

IBGE 2010
Google Earth 2012

 **NanoBusiness**
Informação e Inovação

Escala 1:6.000.000

Data: 22-05-2012